ESTUDIO TÉCNICO ACTUALIZADO PARA LA RESTAURACIÓN DEL ANTIGUO PALACIO MUNICPAL (CASA DEL CORREGIDOR) MUNICPIO DE SOGAMOSO.

PRESENTADO A:

SECRETARIA DE CULTURA
ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

COMPONENTE:

PROPUESTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS, DE ILUMINACIÓN, DE VOZ Y DATOS

SOGAMOSO
MARZO 2022.

DIRECCIÓN: Carrera 9 No. 22 -55 Sogamoso, Boyacá
CORREO ELECTRONICO: consorciocorregidor08@gmail.com
TELEFONO: 315 738 8988

VOLUMEN PROPUESTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS, DE ILUMINACIÓN, DE VOZ Y DATOS

Responsable:
José David Herrera Martínez
M.P: BL205-69179

Consultor
CONSORCIO CORREGIDOR 08

Representante Legal:
ANGIE CAROLINA ROJAS MONCADA
M.P: 2202-399511 COR

SOGAMOSO
MARZO 2022

DIRECCIÓN: Carrera 9 No. 22 -55 Sogamoso, Boyacá
CORREO ELECTRONICO: consorciocorregidor08@gmail.com
TELEFONO: 315 738 8988

TÍTULO DEL DOCUMENTO	PROPUESTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS, DE ILUMINACIÓN, DE VOZ Y DATOS
CONSULTOR Elaboración	Responsable: **José David Herrera Martínez** M.P: BL205-69179 Ingeniero especialista en Redes Secas
APROBACIÓN	**Arq. Pedro José López Reyes** Director de Consultoría M.P: 2570037525 CND
REVISIÓN Y APROBACION	**Arq. Mauricio Izquierdo Rodríguez** Supervisor de la Secretaria de Cultura Municipio de Sogamoso, Boyacá

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 9

2. LOCALIZACIÓN 9

3. OBJETIVOS 10

3.1 OBJETIVO GENERAL 10

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 10

4 RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO 11

4.1 NOMBRE PROYECTO: 11

4.2 LOCALIZACIÓN: 11

4.3 NÚMERO DE USUARIOS: 11

4.4 OBJETO: 11

4.5 RED ELECTRICA: 11

5 A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS. (APLICA SI X NO_) 12

2.1 NATURALEZA DE LAS CARGAS 12

2.1.2. Cargas tipo inductivas: 12

2.1 ANALISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ANALISIS DE ARMONICOS. 14

2.1.1 Armónicos 14

6 B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO. (Aplica SI_ NO X) 15

7 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA. (Aplica SI _ No X) 16

8 D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS. (Aplica SI X NO_) 16

5.1 EVALUACION DE LAS COMPONENTES DE RIESGO 16

5.1.1 RECOMENDACIONES: 18

9 E. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS (Aplica SI X NO _) 18

9.1 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO 21

9.2 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO MÁS COMUNES 23

9.2.1 MEDIDAS A TOMAR EN SITUACIONES DE ALTO RIESGO 25

9.2.2 NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES 25

9.2.3 MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS 26

ATS: ANALISIS DE TRABAJO SEGURO 28

9.2.3.1 Criterios para determinar alto riesgo 29

10 F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO. (Aplica SI X NO_) 29
10.2 EQUIPOS DE MEDIDA 29
11 G. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA ASEGURAR QUE EN ESPACIOS DESTINADOS A ACTIVIDADES RUTINARIAS DE LAS PERSONAS, NO SE SUPEREN LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN DEFINIDOS EN LA TABLA 14.1 RESOL. 90708 RETIE (Aplica SI _ NO X) 30
12 H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA. (Aplica SI _ NO X) 30
13 I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. (APLICA SI X NO _) 31
10.1 MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO 34
X = 3.97 36
14 J. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA. (APLICA SI X NO _) 41
11.1 ACOMETIDAS 43
15 K. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR (Aplica SI _ No X) 43
16 L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS. (Aplica SI _ NO X) 43
17 M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTESEN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CONTRA LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947- 2. (Aplica SI X NO _) 44
17.1 PROTECCIONES EN BAJA TENSION 44
17.2 PROTECCIONES PRINCIPALES 44
CALCULO DE PROTECCIONES 45
14.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN Y CALIBRES MÍNIMOS *B.T.* 47
17.4 CAPACIDAD DE CORRIENTE CONDUCTOR RED B.T 47
18 N. CÁLCULO DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.) (Aplica X NO _) 48
15.2 TABLEROS Y EQUIPO DE MEDIDA 50
15.3 EQUIPOS DE MEDIDA 51
15.4 CAJAS DE EMPALMES. 52
15.5 TABLEROS DE AUTOMÁTICOS. 52
15.6 INTERRUPTORES AUTOMATICOS ENCHUFABLES. 52
19 O. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA. (Aplica SI X NO _) 53
20 **P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN. (Aplica SI X NO_)** 53
21 Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS. (Aplica SI _ NO X) 54
22 R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES (Aplica SI X NO_) 54
23 S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN. (APLICA

SI X NO _) 55

24 T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES. U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. (Aplica SI _ NO X) 55

25 U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. (Aplica SI X NO _) 55

26 V. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA 57

INSTALACIÓN. (Aplica SI X NO _) 57

27 W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS. (Aplica SI: _ NO X) 57

28 INSPECCION CON FINES DE CERTIFICACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION. (Aplica SI: _ NO X) 66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de cargas. 13
Tabla 2. Detalle de carga instalada. 14
Tabla 3. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo. 19
Tabla 4. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos. 19
Tabla 5. Factores de riesgos eléctricos más comunes 25
Tabla 6. Matriz para análisis de riesgos 26
Tabla 7. Matriz para análisis de riesgos 27
Tabla 8. Decisiones y acciones para controlar el riesgo 27
Tabla 9. Análisis de trabajo seguro 28
Tabla 10. Equipos de medida 30
Tabla 11. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra. 32
Tabla 12. Toma de datos de resistividad 34
Tabla 13. . Mediciones de resistividad proyecto. 35
Tabla 15. Máxima tensión de contacto admisible. 42
Tabla 16. Verificación de conductores. 43
Tabla 17. Potencia de equipos instalados. 45
Tabla 18. Detalle de Carga instalada. 46
Tabla 19. *Calibres mínimos en BT* 48
Tabla 20. Número máximo de conductores por ducto. 50
Tabla 21. CRITERIOS DE MEDIDOR 51
Tabla 22. Calculo de regulación de voltaje y pérdidas de la red trifásica de baja tensión. 53
Tabla 23. Calculo de regulación de voltaje y pérdidas de la red trifásica de baja tensión 54
Tabla 24. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones 56
Tabla 25. Áreas de zonas 62
Tabla 26. Factor de ocupación 63
Tabla 27. Tabla. Resultados densidad de personas 65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA. 1. LOCALIZACION 11
FIGURA. 2 Descomposición de una onda distorsionada 15
FIGURA. 3 Mapa de Colombia con los niveles Ceruanicos 16
FIGURA. 4 . Datos análisis de riesgo. 17
FIGURA. 5 . Descripción de análisis de riesgo. 17
FIGURA. 6 Resultados análisis de riesgo. 17
FIGURA. 7 . Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz. 20
FIGURA. 8*. Impedancia del cuerpo humano.* 21
FIGURA. 9 Diagrama de sistema de medición de resistividad. 33
FIGURA. 10 DETALLE DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 36
FIGURA. 11 detalle de tablero de medidores. 51
FIGURA. 12 Detalle de medidores. 51
FIGURA. 13. Diagrama unifilar. (Ver plano 1 de 1) 54
FIGURA. 14. Plano distribución eléctrica. (Ver plano 1 de 1) 55
FIGURA. 15. . Distancias de seguridad. 56
FIGURA. 16. Distancias de seguridad 57

1. INTRODUCCIÓN

Durante la ejecución del contrato de Consultoría número 20210721 de 2021 cuyo objeto es: "ESTUDIO TÉCNICO ACTUALIZADO PARA LA RESTAURACIÓN DEL ANTIGUO PALACIO MUNICIPAL (CASA DEL CORREGIDOR) MUNICIPIO DE SOGAMOSO.", se incluye una descripción detallada del diseño eléctrico de tres iso cumpliendo con la normatividad RETIE con la decripcion de planos y memorias eléctricas.

2. LOCALIZACIÓN

Las instalaciones se localizan en el departamento de Boyacá, Municipio de Sogamoso, a 5 grados 42 minutos 57 segundos de latitud norte y a los 72 grados y 56 minutos 00 segundos de longitud occidental.

La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 210 Km. de la capital de la República, por carretera pavimentada, su temperatura promedio es de 18 grados centígrados, la parte urbana está a una altura sobre el nivel del mar de 2500 msnm.

El municipio de Sogamoso está ubicado a 70 kilometros de Tunja ciudad capital dl departamento de Boyacá.



Figura 1: Localización del Municipio en Colombia

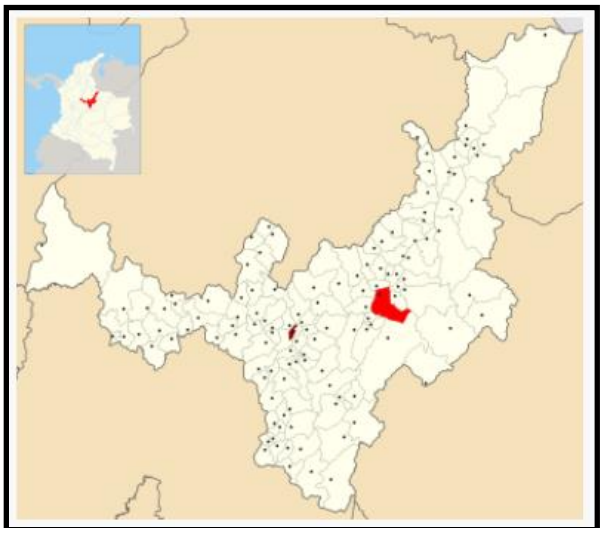


Figura 2: Localización del Municipio en Boyacá



Figura 3: localización Detallada de las instalaciones. Fotografías aéreas

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR ELÉCTRICAMENTE LAS INSTALACIONES DEL ANTIGUO PALACIO MUNICIPAL CASA DEL CORREGIDOR

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar planos eléctricos con distribución cumplimiento con la normatividad
- Desarrollar estudios previos en baja tensión del proyecto.

4 RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO

4.1 NOMBRE PROYECTO:

DISENO ESTUDIO TÉCNICO ACTUALIZADO PARA LA RESTAURACIÓN DEL ANTIGUO PALACIO MUNICIPAL (CASA DEL CORREGIDOR) MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

4.2 LOCALIZACIÓN:

La ubicación del proyecto es en la dirección calle 11 entre carreras 11 y 10, **5 grados 42 minutos 57 segundos de latitud norte y a los 72 grados y 56 minutos 00 segundos de longitud occidental**, del Municipio de **Sogamoso** , departamento de Boyacá.

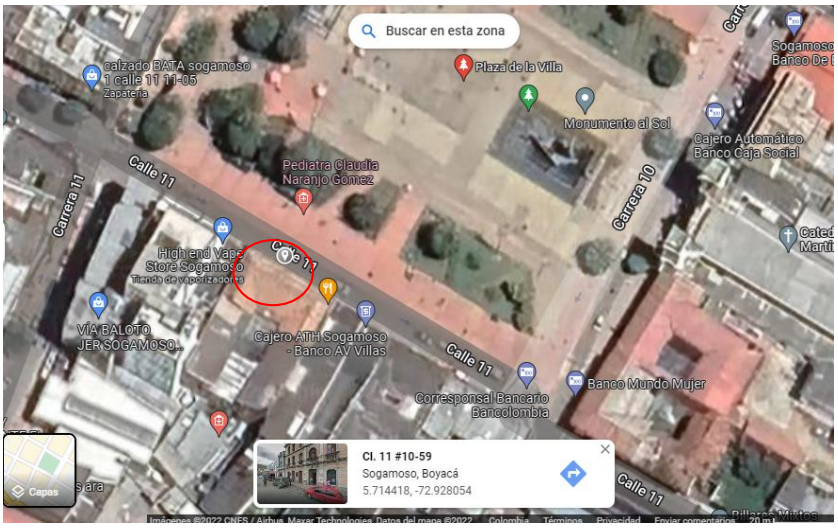


FIGURA. 1. LOCALIZACION

4.3 NÚMERO DE USUARIOS:

Se requiere una cuenta **trifásica existente** tipo **comercial**, de 1 usuarios existentes.

4.4 OBJETO:

Instalar una acometida trifásica general del tipo comercial a la propiedad de señor municipio de sogamoso, con el fin de energizar sus cargas actuales.

4.5 RED ELECTRICA:

Se tiene un nivel de tensión de 208/120 voltios sector Urbano, cerca al predio en asunto.

5 A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS. (APLICA SI X NO_)

El objeto del proyecto es la alimentación de una edificación para una cuentas residencial, para la cual se requiere un nivel de tensión de 208/120 V, para alimentar los aparatos.
En la elaboración del presente proyecto se aplican en los cálculos de diseño y plano anexos las normas de la EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA, RETIE, y la NTC 2050 y los requerimientos especificados en la aprobación de disponibilidad emitido por EBSA.
El cuadro de carga necesario se observa en el plano 3 de 4, con su correspondiente diagrama unifilar.

De acuerdo a la carga eléctrica total, se efectúa con base en las potencias de las diferentes cargas existentes conectadas al sistema y posibles futuras. Se hizo un aforo de la carga instalada dentro de las instalaciones de la carga, la cual se detalla a continuación:

2.1 NATURALEZA DE LAS CARGAS

2.1.1 Cargas de tipo Resistivas:

Este tipo de cargas son lineales y no presentan deformaciones en el factor de potencia, que son: lámparas bombillas incandescentes, cafeteras eléctricas y cualquier tipo de elemento que usa para su funcionamiento una resistencia. Estas no afectan la calidad del servicio eléctrico y la mayoría de las cargas del proyecto actual son de este tipo.

2.1.2. Cargas tipo inductivas:

Estas cargas pueden afectar la calidad del servicio eléctrico y disminuir el factor de potencia global, entre estas cargas se presentan motores para diferentes usos. En este caso el proyecto tiene equipo de potencias bajas que no afectan el factor de potencia. Sucede lo mismo con las cargas capacitivas.

El siguiente cuadro es un resumen de las cargas existentes:
Para el análisis de la capacidad requerida nos guiamos por las NORMAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA de la Empresa de Energía de Boyacá. EBSA. En la Sección 6 Diseño de redes de baja tensión. Literal 6.4 DEMANDA MAXIMA DIVERSIFICADA.

Tabla 1. Cuadro de cargas.

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 1 - T1																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T1	C1	26					8		1424	1	1424	1424			11,9	14,8	THHN12AWG	1X20 A	LOCAL 101
	C2	35	2	12		3	1		1336	1	1336	1336			11,1	13,9	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
	C3	31					7		1444	1	1444		1444		12,0	15,0	THHN12AWG	1X20 A	LOCAL 102 E ILUMINA CUARTO ELECTRICO
	C4	11				2	6		1064	1	1064		1064		8,9	11,1	THHN12AWG	1X20 A	CAFETERIA
	C5	12					7		988	1	988			988	8,2	10,3	THHN12AWG	1X20 A	TARIMA
	C6	20					11		1580	1	1580			1580	13,2	16,5	THHN12AWG	1X20 A	EXPOSICION ARTES PLASTICAS Y ARTESANIAS
	C9	4					2		296	1	296		296		2,5	3,1	THHN12AWG	1X20 A	CUARTO ASEO
	C11				12				36	1	36			36	0,3	0,4	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		139	2	12	12	5	42	0	8168	1	8168	2760	2804	2604	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T1

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 2 - T2																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T2	C1	25					9		1500	1	1500	1500			12,5	15,6	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA JURIDICA Y SALA DE JUNTAS
	C2	32					7		1468	1	1468	1468			12,2	15,3	THHN12AWG	1X20 A	ESCUELA DE ARTES
	C3	26					10		1624	1	1624		1624		13,5	16,9	THHN12AWG	1X20 A	OFICINAS ALA IZQUIERDA
	C4	15					5		860	1	860		860		7,2	9,0	THHN12AWG	1X20 A	HALL DE EXPOSICION ARTISTICA
	C5	27					11		1748	1	1748			1748	14,6	18,2	THHN12AWG	1X20 A	OFICINAS ALA DERECHA
	C6	17	2	14		2	2		912	1	912			912	7,6	9,5	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
	C9				13				39	1	39		39		0,3	0,4	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		142	2	14	13	2	44	0	8151	1	8151	2968	2523	2660	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T2

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 3 - T3																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T3	C1	23					11		1652	1	1652	1652			13,8	17,2	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA ADMINISTRATIVA COORDINACION
	C3	21					8		1304	1	1304		1304		10,9	13,6	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA ADMINISTRATIVA SECRETARIA
	C4	11	2	8					344	1	344		344		2,9	3,6	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - PASILLOS
	C5				8				24	1	24			24	0,2	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		55	2	8	8	0	19	0	3324	1	3324	1652	1648	24	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN10AWG	3X30 A	PARCIAL TGA A T3

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 4 -T4																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T4	C1						10		1000	1	1000	1000			8,3	10,4	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS ESCUELA DE MUSICA
	C2	22							528	1	528	528			4,4	5,5	THHN12AWG	1X20 A	ILUM. ESCUELA ARTES PLASTICAS ARTESANIA
	C3	36							864	1	864		864		7,2	9,0	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION ESCUELA DE MUSICA
	C4					1	10		1100	1	1100		1100		9,2	11,5	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS ESCUELA ARTES PLASTICA ARTESANIA
	C5	24					9		1476	1	1476			1476	12,3	15,4	THHN12AWG	1X20 A	ESCUELA DE GASTRONOMIA
	C6					6	6		1200	1	1200			1200	10,0	12,5	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS MESONES ESC DE GASTRONOMIA
	C7				11				33	1	33	33			0,3	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C11	21		16		2	2		968	1	968			968	8,1	10,1	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
TOTAL		103	0	16	11	9	37	0	7169	1	7169	1561	1964	3644	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T4

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON PLANTA ELECTRICA - T-PE																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-PE	C1-C3-C5	6	0	0	2	0	2	1	16613	0,9	18420	6167	6223	6029	48,3	60,4	THHN4AWG	3X70 A	TABLERO SALON DE BOMBAS
	C2-C4-C6	0	0	0	1	0	1	1	5627	0,9	6238	2040	2137	2061	16,4	20,5	THHN8AWG	3X40 A	TABLERO ASCENSOR
	C7	7							168	1	168	168			1,4	1,8	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
	C9				2				6	1	6		6		0,1	0,1	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C11						2		200	1	200			200	1,7	2,1	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS GENERAL
TOTAL		13	0	0	5	0	5	2	22614	1	25032	8375	8366	8290	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN2AWG	3X90 A	PARCIAL TRANSFR. AUT. A T-PE

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON BOMBAS - T-B																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-B	C1-C3-C5							1	16263	0,9	18070	6023	6023	6023	47,4	59,3	THHN4AWG	3X60 A	CONTROL DE BOMBAS
	C2	6							144	1	144	144			1,2	1,5	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
	C4						2		200	1	200		200		1,7	2,1	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS GENERAL
	C6				2				6	1	6			6	0,1	0,1	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		6	0	0	2	0	2	1	16613	1	18420	6167	6223	6029	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN4AWG	3X70 A	PARCIAL T-PE A T-B

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON ASCENSOR - T-A																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-A	C1-C3-C5							1	5500	0,9	6111	2037	2037	2037	16,0	20,0	THHN8AWG	3X30 A	CONTROL ASCENSOR
	C2				1				3	1	3	3			0,0	0,0	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C4						1		100	1	100		100		0,8	1,0	THHN12AWG	1X20 A	TOMA GENERAL
	C6		1						24	1	24			24	0,2	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
TOTAL		0	0	0	1	0	1	1	5627	1	6238	2040	2137	2061	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TRANSFR. AUT. A T-A

Tabla 2. Detalle de carga instalada.

CUADRO DE CARGA INSTALADA TABLERO GENERAL - TGA																			
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apli q 24w	Apli q 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1 ph	Carga 3 ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
TGA	C1-C3-C5	13	0	0	5	0	5	1	22614	0,9	25032	8375	8366	8290	65,7	82,1	THHN2AWG	3X90 A	TRANFERENCIA AUT. - BOMBAS Y ASCENSOR
	C2-C4-C6	139	2	12	12	5	42	0	8168	1	8168	2760	2804	2604	21,4	26,8	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 1
	C7-C9-C11	142	2	14	13	2	44	0	8151	1	8151	2968	2523	2660	21,4	26,7	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 2
	C8-C10-C12	55	2	8	8	0	19	0	3324	1	3324	1652	1648	24	8,7	10,9	THHN10AWG	3X30 A	DISTRIBUCION PISO 3
	C13-C15-C17	103	0	16	11	9	37	0	7169	1	7169	1561	1964	3644	18,8	23,5	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 4
TOTAL		452	6	50	49	16	147	1	49426	0,9	51844	17316	17305	17222	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN1/0AWG	3X125 A	PARCIAL MEDIDOR A TGA

2.1 ANALISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ANALISIS DE ARMONICOS.

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación. Para el factor de potencia los valores están comprendidos entre 0 hasta 1. Un bajo factor de potencia implica un aumento de la corriente aparente y por lo tanto un aumento de las perdidas eléctricas en el Sistema, es decir indica una eficiencia eléctrica baja, lo cual siempre es costoso, ya que el consumo de potencia activa es menor que el producto VxI (potencia aparente).

En las normas de diseño de la EBSA se mencionan las resoluciones de la CREG que establece el valor del factor de potencia para las instalaciones.

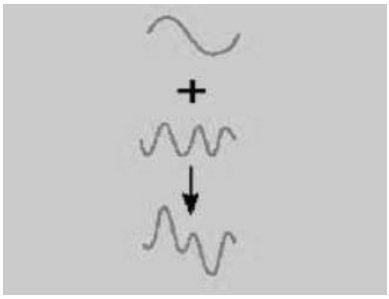
La resolución CREG 108 de 1997 establece que para todas las instalaciones eléctricas el factor de potencia debe ser de 0.9.

Los equipos instalados en este proyecto cumplen con este factor de potencia ya que las cargas triásicas son motores pequeños, con factor de potencia igual o superior.

2.1.1 Armónicos

En un sistema de potencia eléctrica, los aparatos y equipos que se conectan a él, tanto por la propia empresa como por los clientes, están diseñados para operar a 50 ó 60 ciclos, con una tensión y corriente sinusoidal. Por diferentes razones, se puede presentar un flujo eléctrico a otras frecuencias de 50 ó 60 ciclos sobre algunas partes del sistema de potencia o dentro de la instalación de un usuario.

FIGURA. 2 **Descomposición de una onda distorsionada**



Los armónicos se definen habitualmente con los dos datos más importantes que les caracterizan, que son: su amplitud: hace referencia al valor de la tensión o intensidad del armónico, su orden: hace referencia al valor de su frecuencia referido a la fundamental (60 Hz). Así, un armónico de orden 3 tiene una frecuencia 3 veces superior a la fundamental, es decir 3 * 60 Hz = 180 Hz.
El orden el armónico, también referido como el rango del armónico, es la razón entre la frecuencia de un armónico fn y la frecuencia del fundamental (60 Hz).

$$= _$$
$$1$$

(Por principio, la fundamental f1 tiene rango 1).

Los armónicos por encima del orden 23 son despreciables La cantidad de armónicos es generalmente expresada en términos de su valor rms dado que el efecto calorífico depende de este valor de la onda distorsionada. Usualmente la solución al problema de armónicos es eliminar los síntomas y no el origen, los aparatos que crean los armónicos generalmente constituyen una pequeña parte de la carga, eliminar su uso no es posible, modificar esos equipos para que no causen armónicos tampoco es factible. Lo que nos queda es reducir los síntomas ya sea incrementando la tolerancia del equipo y del sistema a los armónicos o modificar los circuitos y los sistemas para reducir su impacto, atrapar, o bloquear los armónicos con filtros. Por supuesto hay excepciones. En casos de sobrecarga, daño de equipo o diseño inapropiado, estas causas que generan armónicos pueden ser corregidas, similarmente un aparato o equipo particular que produce un alto nivel de armónicos debe ser modificado o reemplazado.

6 B. ANÁLISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO. (Aplica SI_ NO X)

No aplica porque el proyecto se alimenta de un transformador existente , por lo que no hay red de MT proyectada y no se calcula la cadena de aisladores.

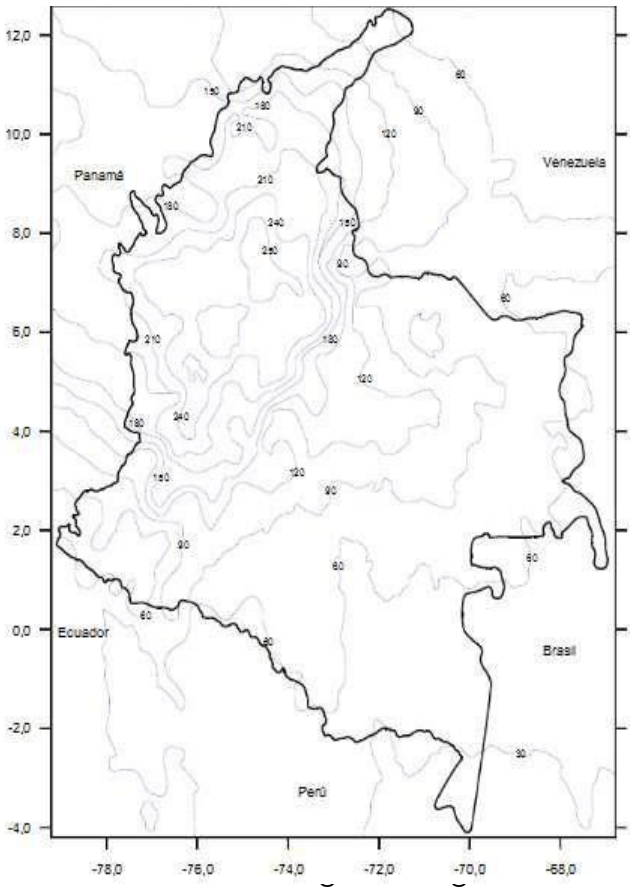
7 ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA. (Aplica SI _ No X)

El edificio se alimentan de la red existente, por lo que este análisis y estudio no es necesario de realizar, tampoco se tiene información de las impedancias de línea o del transformador existente, por lo que no es posible realizar los cálculos.

8 D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYOS. (Aplica SI X NO_)

En caso de indicios de tormenta eléctrica se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:
Se deben aterrizar y proteger de manera adecuada los equipos sensibles de uso eléctrico, electrónico, telefónico o de comunicaciones contra sobretensiones.
En caso contrario se deben desconectar los equipos de los tomacorrientes. Refugiarse en el interior de estructuras que ofrezcan protección contra las descargas atmosféricas.
No salir al exterior a menos que sea estrictamente necesario.
Permanecer dentro de una estructura hasta que la tormenta haya pasado.
No permanecer en lugares como terrenos deportivos a campo abierto, piscinas playa o lagos, cercanías a líneas de transmisión, cables aéreos, arboles solitarios, torres metálicas, de comunicación, de líneas de AT, entre otros.

FIGURA. 3 Mapa de Colombia con los niveles Ceruanicos



5.1 EVALUACION DE LAS COMPONENTES DE RIESGO

El proyecto a evaluar tiene las siguientes características, estas dimensiones se contemplan con la altura futura del proyecto:

Tipo: Comercial
Altura (H): 10.5 m
Largo (L): 7.5 m
Ancho (A-W): 5 m
Nivel ceraúnico (CN): 120 (según la figura A.9 de la NTC 4552-1 es para Sogamoso)
Este análisis se hace con el software APLICACIONES TECNOLOGICAS, el cual calcula los valores de pérdidas humanas, de servicios públicos, de patrimonio cultural y económicas, de acuerdo a las condiciones del lugar y da una calificación acerca de si es necesario la implementación de un SIPRA o no. A continuación se muestran los resultados para la instalación:

DIRECCIÓ
CORREO ELECTR(
TELEFONO: 315 738 8988

FIGURA. 4 . Datos análisis de riesgo.

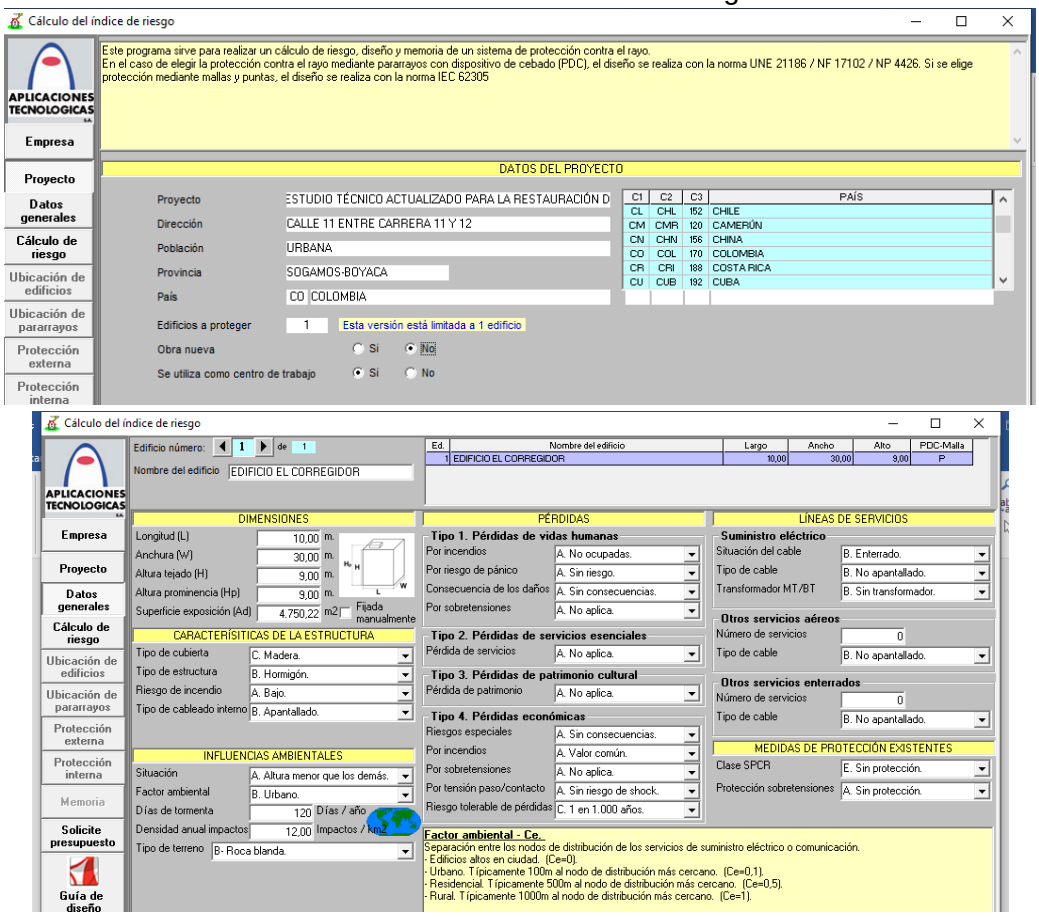


FIGURA. 5 **. Descripción de análisis de riesgo.**

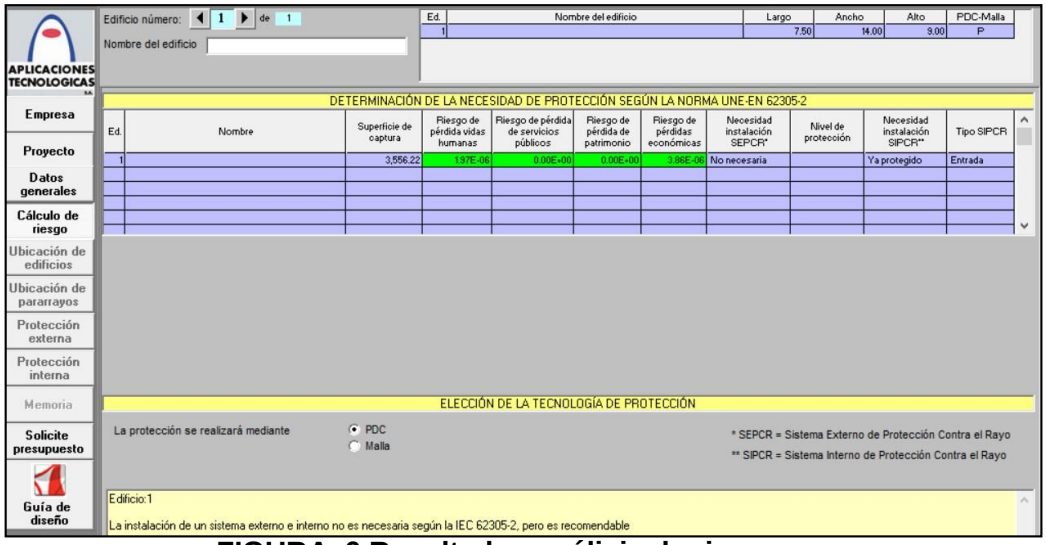


FIGURA. 6 Resultados análisis de riesgo.

Cómo se indica en el resultado del análisis, según el cálculo del programa APLICACIONES TECNOLOGICAS, las pérdidas son menores a los valores de riesgo tolerable, por lo que la estructura está debidamente protegida y no es necesario el diseño de un sistema de protección contra rayos, aunque se recomienda instalar un sistema de protección interno.

5.1.1 RECOMENDACIONES:

- Al ver el análisis hecho NO se hace necesario adoptar sistema de apantallamiento según la norma NTC 4552-2
- Se recomienda hacer sistemas de puesta a tierra diseñados.
- También se recomienda equipotencializar las tierras.

9 E. ANÁLISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO Y MEDIDAS PARA MITIGARLOS (Aplica SI X NO _)

6.1 ANÁLISIS DE RIESGOS ELECTRICOS.

En general la utilización y dependencia tanto industrial como doméstica de la energía eléctrica ha traído consigo la aparición de accidentes por contacto con elementos energizados o incendios, los cuales se han incrementado por el aumento del número de instalaciones, principalmente en la distribución y uso final de la electricidad. El principal objetivo es crear conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad o se tengan elementos energizados.
El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en qué medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico. Por tal razón el personal que intervenga en una instalación, en función de las características de la actividad, proceso o situación, debe aplicar las medidas necesarias para que no se potencialice un riesgo de origen eléctrico.
Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo humano pueden ocasionar desde una simple molestia hasta la muerte, dependiendo del tipo de contacto; sin embargo, debe tenerse en cuenta que en general la muerte no es súbita. Por lo anterior, el **RETIE** ha recopilado los siguientes conceptos básicos para que las personas tengan en cuenta:

- Los accidentes con origen eléctrico pueden ser producidos por: contactos directos (bipolar o fase- fase, fase-neutro, fase-tierra), contactos indirectos (inducción, contacto con masa energizada, tensión de paso, tensión de contacto, tensión transferida), impactos de rayo, fulguración, explosión, incendio, sobrecorriente y sobretensiones.

- Los seres humanos expuestos a riesgo eléctrico, se clasifican en individuos tipo “A”

y tipo “B”. El tipo “A” es toda persona que lleva conductores eléctricos que terminan en el corazón en procesos invasivos; para este tipo de paciente, se considera que la corriente máxima segura es de 80 µA. El individuo tipo “B” es aquel que está en contacto con equipos eléctricos y que no lleva conductores directos al corazón.

- Algunos estudios, principalmente los de Dalziel, han establecido niveles de corte de corriente de los dispositivos de protección que evitan la muerte por electrocución (ver Tabla).

CORRIENTE DE DISPARO	6 mA (rms)	10 mA (rms)	20 mA (rms)	30 mA (rms)
Hombres	100 %	98,5 %	7,5 %	0 %
Mujeres	99,5 %	60 %	0 %	0 %
Niños	92,5 %	7,5 %	0 %	0 %

Tabla 3. Porcentaje de personas que se protegen según la corriente de disparo.

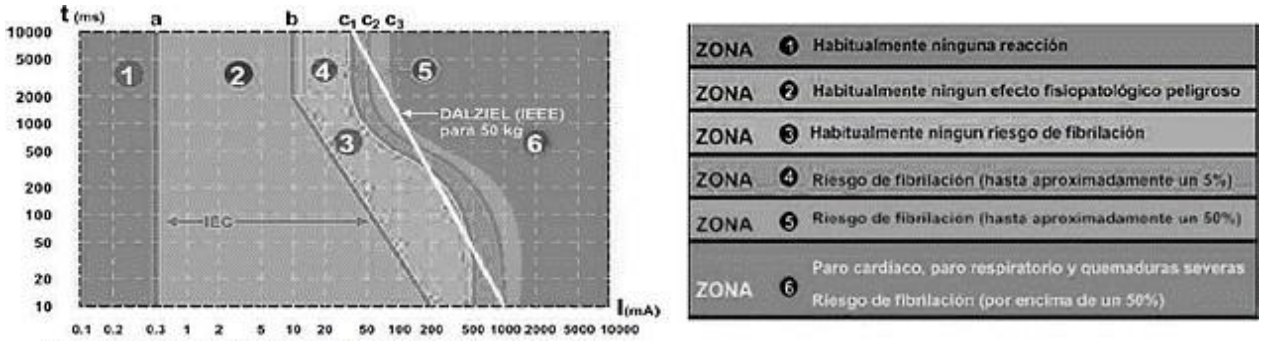
- Biegelmeier estableció la relación entre el I2.t (energía específica) y los efectos fisiológicos

ENERGIA ESPECIFICA $I^2.t$. ($A^2s \times 10^{-6}$)	PERCEPCIONES Y REACCIONES FISIOLÓGICAS.
4 a 8	Sensaciones leves en dedos y en tendones de los pies.
10 a 30	Rigidez muscular suave en dedos, muñecas y codos.
15 a 45	Rigidez muscular en dedos, muñecas, codos y hombros. Sensación en las piernas.
40 a 80	Rigidez muscular y dolor en brazos y piernas.
70 a 120	Rigidez muscular, dolor y ardor en brazos, hombros y piernas.

Tabla 4. Relación entre energía específica y efectos fisiológicos.

- Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano.

- En la siguiente gráfica tomada de la **NTC 4120**, con referente **IEC 60479-2**, se detallan



las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

FIGURA. 7 . Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100 Hz.

- Cuando circula corriente por el organismo, siempre se presentan en mayor o menor grado tres efectos: nervioso, químico y calorífico.

- En cada caso de descarga eléctrica intervienen una serie de factores variables con efecto aleatorio, sin embargo, los principales son: Intensidad de la corriente, la resistencia del cuerpo humano, trayectoria, duración del contacto, tensión aplicada y frecuencia de la corriente.

- El paso de corriente por el cuerpo, puede ocasionar el estado fisiopatológico de shock, que presenta efectos circulatorios y respiratorios simultáneamente.

- La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual no sigue su ritmo normal y deja de enviar sangre a los distintos órganos.

- El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente en menos de 0,2 segundos se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco.

- Electrización es un término para los accidentes con paso de corriente no mortal.

- La electrocución se da en los accidentes con paso de corriente, cuya consecuencia es la muerte, la cual puede ser aparente, inmediata o posterior.

- La tetanización muscular es la anulación de la capacidad del control muscular, la rigidez incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de una corriente eléctrica.

- La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio. Casi siempre por contracción del diafragma.

- Las quemaduras o necrosis eléctrica se producen por la energía liberada al paso de la corriente (calentamiento por efecto Joule) o por radiación térmica de un arco eléctrico.

- El bloqueo renal o paralización de la acción metabólica de los riñones, es producido por los efectos tóxicos de las quemaduras o mioglobinuria.

- Pueden producirse otros efectos colaterales tales como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes, aumento de la presión sanguínea, arritmias, fallas en la respiración, dolores sordos, paro temporal del corazón, etc.

- El cuerpo humano es un buen conductor de la electricidad. Para efectos de cálculos, se ha normalizado la resistencia como 1000 Ω. Experimentalmente se mide entre las dos manos sumergidas en solución salina, que sujetan dos electrodos y una placa de cobre sobre la que se para la persona. En estudios más profundos el cuerpo humano se ha analizado como impedancias (Z) que varían según diversas condiciones (ver Figura 9.2). Los órganos como la piel, los músculos, etc., presentan ante la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos.

- Los estados en función del grado de humedad y su tensión de seguridad asociada son:
- Piel perfectamente seca (excepcional): 80 V
- Piel húmeda (normal) en ambiente seco: 50 V
- Piel mojada (más normal) en ambientes muy húmedos: 24 V
- Piel sumergida en agua (casos especiales): 12 V

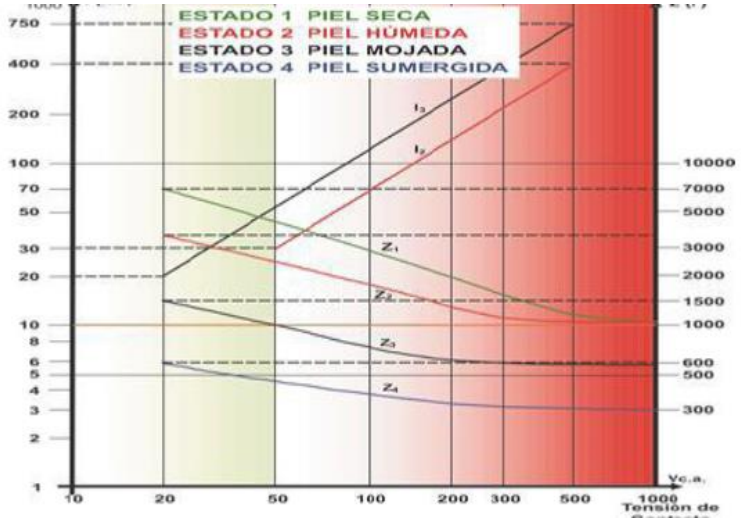


FIGURA. 8. *Impedancia del cuerpo humano.*

Nota: *La alta dependencia de la impedancia del cuerpo con el contenido de agua en la piel obliga a que en las instalaciones eléctricas en áreas mojadas, tales como cuartos de baños, mesones de cocina, terrazas, espacios inundados, se deben tomar mayores precauciones como el uso de tomas o interruptores con protección de falla a tierra y el uso de muy baja tensión en instalaciones como las de piscinas.*

9.1 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Para la elaboración del presente reglamento se tuvieron en cuenta los elevados gastos en que frecuentemente incurren el Estado y las personas o entidades afectadas cuando se presenta un accidente de origen eléctrico, los cuales superan significativamente las

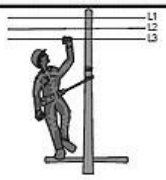
inversiones que se hubieren requerido para minimizar o eliminar el riesgo.

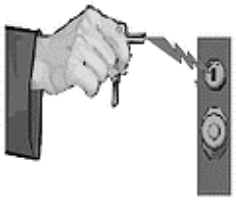
Para los efectos del presente reglamento se entenderá que una instalación eléctrica es de **PELIGRO INMINENTE** o de **ALTO RIESGO**, cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones donde se comprometa la salud o la vida de personas, tales como: ausencia de la electricidad, arco eléctrico, contacto directo e indirecto con partes energizadas, rayos, sobretensiones, sobrecargas, cortocircuitos, tensiones de paso, contacto y transferidas que excedan límites permitidos.

9.2 FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO MÁS COMUNES

Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos factores, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.
El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo de origen eléctrico, obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo; a partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la Tabla siguiente se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección.

	**ARCOS ELÉCTRICOS.** **POSIBLES CAUSAS:** Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores con carga, apertura de transformadores de corriente, apertura de transformadores de potencia con carga sin utilizar equipo extintor de arco, apertura de transformadores de corriente en secundarios con carga, manipulación indebida de equipos de medida, materiales o herramientas olvidadas en gabinetes, acumulación de óxido o partículas conductoras, descuidos en los trabajos de mantenimiento. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar prendas acordes con el riesgo y gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	**AUSENCIA DE ELECTRICIDAD (EN DETERMINADOS CASOS)** **POSIBLES CAUSAS:** Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. Por ejemplo: Lugares donde se exijan plantas de emergencia como hospitales y aeropuertos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**CONTACTO DIRECTO** **POSIBLES CAUSAS:** Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, violación de las distancias mínimas de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble aislamiento.

	**CONTACTO INDIRECTO** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.
	**CORTOCIRCUITO** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades, equipos defectuosos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	**ELECTRICIDAD ESTÁTICA** **POSIBLES CAUSAS:** Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.
	**EQUIPO DEFECTUOSO** **POSIBLES CAUSAS:** Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.
	**RAYOS** **POSIBLES CAUSAS:** Fallas en: el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.
	**SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS:** Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos, no controlar el factor de potencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.

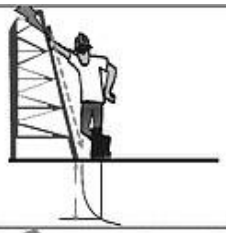
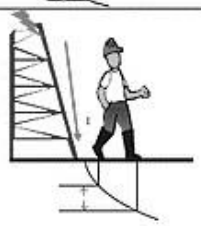
	**TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**TENSIÓN DE PASO** **POSIBLES CAUSAS:** Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla, **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:** Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

Tabla 5. Factores de riesgos eléctricos más comunes

9.2.1 MEDIDAS A TOMAR EN SITUACIONES DE ALTO RIESGO

En circunstancias que se evidencie **ALTO RIESGO** o **PELIGRO INMINENTE** para las personas, se debe interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos, áreas críticas de centros de atención médica o cuando la interrupción conlleve a un riesgo mayor; caso en el cual se deben tomar otras medidas de seguridad, tendientes a minimizar el riesgo.

En estas situaciones, la persona calificada que tenga conocimiento del hecho, debe informar y solicitar a la autoridad competente que se adopten medidas provisionales que mitiguen el riesgo, dándole el apoyo técnico que esté a su alcance; la autoridad que haya recibido el reporte debe comunicarse en el menor tiempo posible con el responsable de la operación de la instalación eléctrica, para que realice los ajustes requeridos y lleve la instalación a las condiciones reglamentarias; de no realizarse dichos ajustes, se debe informar inmediatamente al organismo de control y vigilancia, quien tomará la medidas pertinentes.

9.2.2 NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES

En los casos de accidentes de origen eléctrico con o sin interrupción del servicio de energía eléctrica, que tengan como consecuencia la muerte, lesiones graves de personas o afectación grave de inmuebles por incendio o explosión, la persona que tenga conocimiento del hecho debe comunicarlo en el menor tiempo posible a la autoridad competente o a la empresa prestadora del servicio.

Las empresas responsables de la prestación del servicio público de energía eléctrica, deben dar cumplimiento a lo establecido en el inciso d) del artículo 4 de la Resolución 1348 de 2009 expedida por el Ministerio de la Protección Social, en lo referente al deber de investigar y reportar cualquier accidente o incidente ocurrido con su personal directo o de contratistas en sus redes eléctricas. Adicionalmente, deben reportar cada tres meses al Sistema Único de Información (SUI) los accidentes de origen eléctrico ocurridos en sus redes y aquellos con pérdida de vidas en las instalaciones de sus usuarios. Para ello, debe recopilar los accidentes reportados directamente a la empresa y las estadísticas del

Instituto de Medicina Legal o la autoridad que haga sus veces en dicha jurisdicción, siguiendo las condiciones establecidas por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) en su calidad de administrador de dicho sistema; el reporte debe contener como mínimo el nombre del accidentado, tipo de lesión, causa del accidente, lugar y fecha, y las medidas tomadas. Esta información será para uso exclusivo de las entidades de control, Ministerio del Trabajo, Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Minas y Energía. El incumplimiento de este requisito, el encubrimiento o alteración de la información sobre los accidentes de origen eléctrico, será considerado una violación al **RETIE**.

9.2.3 MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGOS

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico, se puede aplicar la siguiente matriz para la toma de decisiones. La metodología a seguir en un caso en particular, es la siguiente:

a. Definir el factor de riesgo que se requiere evaluar o categorizar.
b. Definir si el riesgo es potencial o real.
c. Determinar las consecuencias para las personas, económicas, ambientales y de imagen de la empresa. Estimar dependiendo del caso particular que analiza.
d. Buscar el punto de cruce dentro de la matriz correspondiente a la consecuencia (1, 2, 3, 4, 5) y a la frecuencia determinada (a, b, c, d, e): esa será la valoración del riesgo para cada clase.
e. Repetir el proceso para la siguiente clase hasta que cubra todas las posibles pérdidas.
f. Tomar el caso más crítico de los cuatro puntos de cruce, el cual será la categoría o nivel del riesgo.
g. Tomar las decisiones o acciones, según lo indicado en la Tabla correspondiente.

Para este proyecto específico a continuación se realiza el estudio de riesgos y las medidas para mitigarlos:

RIESGO A EVALUAR:	CORTADURAS GOLPES Apertura zanjas / (al) o (en) ACOMETIDA/int									
	EVENTO O EFECTO (Ej: Quemaduras)			FACTOR DE RIESGO (CAUSA) (Ej: Arco eléctrico)			FUENTE (Ej: Celda de 13,8 kV)			
	POTENCIAL [V]			REAL [ ]			FRECUENCIA			
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa			E	D	C	B	A
							No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura, Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (>1 día)	Daños severos, Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes, Interrupción [illegible]	[illegible]	Local	2	[illegible]	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 6. Matriz para análisis de riesgos

RIESGO A EVALUAR:	FRACTURA (EVENTO O EFECTO) (Ej: Quemaduras)	por	CAIDA DE (FACTOR DE RIESGO (CAUSA)) (Ej: Arco eléctrico)	(al) o (en)	ACOMETIDA/intern (FUENTE) (Ej: Celda de 13,8 kV)

POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E No ha ocurrido en el sector	D Ha ocurrido en el sector	C Ha ocurrido en la Empresa	B Sucede varias veces al año en la Empresa	A Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o más muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, Salida de Subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	Incapacidad temporal (≥1 día)	Daños severos. Interrupción temporal	Contaminación localizada	Regional	β	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes. Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Tabla 7. Matriz para análisis de riesgos

COLOR	NIVEL DE RIESGO	DECISIONES A TOMAR Y CONTROL	PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS
	Muy alto	***Inadmisible para trabajar.*** Hay que eliminar fuentes potenciales, hacer reingeniería o minimizarlo y volver a valorarlo en grupo, hasta reducirlo. Requiere permiso especial de trabajo.	Buscar procedimientos alternativos si se decide hacer el trabajo. La alta dirección participa y aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y autoriza su realización, mediante un Permiso Especial de Trabajo (PES).
	Alto	***Minimizarlo.*** Buscar alternativas que presenten menor riesgo. Demostrar cómo se va a controlar el riesgo, aislar con barreras o distancia, usar EPP. Requiere permiso especial de trabajo.	El jefe o supervisor del área involucrada, aprueba el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el Permiso de Trabajo (PT) presentados por el líder a cargo del trabajo.
	Medio	***Aceptarlo.*** Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y el jefe de área aprueba el Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
	Bajo	***Asumirlo.*** Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo.	El líder del trabajo debe verificar: • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
	Muy bajo	Vigilar posibles cambios	No afecta la secuencia de las actividades.

Tabla 8. Decisiones y acciones para controlar el riesgo

De acuerdo a resultado de los riesgos evaluados se genera el análisis de trabajo seguro de acuerdo a la tabla según RETIE de decisiones y acciones para controlar el riesgo.

ATS: ANALISIS DE TRABAJO SEGURO

TRABAJO A REALIZAR: ACOMETIDA ELECTRICA DESDE POSTE HASTA MEDIDOR Y OBRAS ELECTRICAS INTERNAS PROYECTO ESTUDIO TÉCNICO ACTUALIZADO PARA LA RESTAURACIÓN DEL ANTIGUO PALACIO MUNICIPAL (CASA DEL CORREGIDOR) MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS: Taladro, pulidora, martillo, maseta, juego de llaves de todos los diámetros, nivel, flexometro, destornilladores, alicates, pala, pica.

SECUENCIA ORDENADA DE PASOS (Procedimiento)	PELIGRO (Fuente o Situación)	CONSECUENCIAS	CONTROLES REQUERIDOS (Preventivos, Protectivos y Reactivos)
Ingreso a obra	Señalización deficiente.	Caídas del mismo o diferente nivel, golpes, luxaciones, cortaduras, fracturas.	La señalización debe ser con conos y/o cinta de seguridad.
Inspección visual del sitio	Posturas inadecuadas	Fatigas musculares o lesiones osteomusculares	Seguir recomendaciones sobre Higiene Postural.
	Área de circulación deficiente	Caídas del mismo nivel, fracturas, luxaciones, golpes.	Verificación de rutas, mantener el área de circulación libre de residuos sólidos, herramientas, cajas, bolsas, cables. (orden y aseo)
Apertura de zanjas e instalación de tuberías, cables, tableros de medidor y general, tomas, interruptores y rosetas.	Posturas inadecuadas	Fatigas Musculares o lesiones osteomusculares	Seguir con las recomendaciones sobre Higiene Postural. No exceder límite de capacidad de carga (25Kg).
	Manipulación de herramientas de trabajo (pica, pala, barra, destornilladores, taladro, pulidora).	Lesiones en ojos, cabeza, pinchazos, laceraciones, machucones en miembros superiores e inferiores	Inspeccionar la herramienta antes de realizar la actividad. El taladro debe ser desconectado cada vez que termine de utilizarse, verificar que la extensión eléctrica y las brocas se encuentran en buenas condiciones.
			Utilizar los EPP tales como: gafas transparentes, casco dieléctrico, guantes antideslizantes, camisa manga larga, pantalón Jean, botas dieléctricas.
			En caso de emergencia prestar los primeros auxilios. Contar con un plan de emergencia que relacione los nombres direcciones y teléfonos de las clínicas más cercanas adscritas a la ARP y tener la información necesaria de los ejecutores.
		Ruido y vibración dolor en miembros, adormecimiento de manos.	Utilizar protección auditiva, distribución de tiempo y descansos. Realizar pausas activas (estiramientos de miembros)
	Manipulación de Equipos y Herramientas manuales	Machucones, golpes, contusiones	Uso de EPP adecuados guantes, gafas, botas dieléctricas, casco dieléctrico. Concentración en las tareas.
Instalación acometida general	Caídas de alturas por trabajos en diferente nivel	Fracturas, golpes, lesiones	Uso de Equipo de protección personal para trabajo en alturas. Hacer anclaje en sitio para restricción.
			En caso de emergencia prestar los primeros auxilios. Contar con un plan de emergencia que relacione los nombres direcciones y teléfonos de las clínicas más cercanas adscritas a la ARP y tener la información necesaria de los ejecutores.
Orden y aseo al terminar la actividad	Manipulación de Residuos sobrantes propios de la actividad	Lesiones en manos, pies, cabeza, (Cortes, Pinchazo, Golpes, Machucones) irritación y alergias en piel, ojos.	Utilizar los EPP apropiados para la ejecución de la tarea.
			Disponer de forma correcta los residuos sólidos
		Lesiones osteomusculares, fatiga muscular.	Seguir con las recomendaciones sobre Higiene Postural. No exceder límite de capacidad de carga (25Kg por persona)

Tabla 9. Análisis de trabajo seguro

9.2.3.1 Criterios para determinar alto riesgo

Para determinar la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por un profesional competente en electrotecnia y basarse en los siguientes criterios:

a. Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; equipos, productos o conexiones defectuosas; insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica; violación de distancias de seguridad; materiales combustibles o explosivos en lugares donde se pueda presentar arco eléctrico; presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.

b. Que el peligro tenga un carácter inminente, es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al factor de riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.

c. Que la gravedad sea máxima, es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionada de tal manera que se inutilice o quede limitado su uso en forma permanente o que se destruyan bienes importantes de la instalación o de su entorno.

d. Que existan antecedentes comparables, el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

10 F. ANÁLISIS DEL NIVEL TENSIÓN REQUERIDO. (Aplica SI X NO_)

10.1 BAJA TENSIÓN

El diseño estará dentro del servicio de la red de distribución en baja tensión trifásica, se requiere un nivel de tensión de 208/120 V para alimentar circuitos tipo comercial de uso final.

- CIRCUITO DE ILUMINACION
- CIRCUITO TOMAS MONOFASICAS GENERAL
- CIRCUITOS TOMA TRIFASICA

10.2 EQUIPOS DE MEDIDA

De acuerdo con lo expuesto en la norma técnica colombiana NTC 5019, Tabla 2, normas EBSA y el nuevo código de medida para un tipo de servicio trifásico tetrafilar, con una capacidad instalada menor a 30 kVA la medición debe ser directa, a continuación, se muestran las características de los medidores.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MEDIDOR					
Capacidad Instalada [kVA]	**Tipo de medición**	**Tipo de medidor**	**Medición**	**Medidor**	**Tensión de referencia [V]**
36,14	Semidirecta proyectada	Trifásico	Activa - Reactiva	Electronico	3x(208/120) V

Tabla 10. Equipos de medida

SE EVIDENCIA QUE LA MEDIDA DEBE SER SEMIDIRECTA POR ENDE ESTE PROYECTO NO REALIZA EL ESTUDIO DE MEDIDA Y TRANSFORMADOR YA QU HAY UNO EXISTENTE Y DEBE HACER LA COORDINACIÓN CON LA EMPRESA DE ENERGIA DE LA UNBICACION DE LA SUBETACION Y EL EQUIPO DE MEDIDA.

11 G. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS PARA ASEGURAR QUE EN ESPACIOS DESTINADOS A ACTIVIDADES RUTINARIAS DE LAS PERSONAS, NO SE SUPEREN LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN DEFINIDOS EN LA TABLA 14.1 RESOL. 90708 RETIE (Aplica SI _ NO X)

Según RETIE 2013. Artículo 14. CAMPOS ELECTROMAGNETICOS. “Se ha demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias (0 a 300Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos. Las instalaciones del sistema eléctrico a 60 Hz producen campos electromagnéticos a esta frecuencia”

La medida de campos eléctricos y magnéticos en edificaciones aledañas se debe hacer para tensiones que superen el nivel de 57.5 KV

12 H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES INCLUYENDO LOS EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA EN LA CARGA. (Aplica SI _ NO X)

No aplica este ítem debido a que no hay cálculo de transformador porque la acometida se toma de la red de un transformador existente por esto no se puede hacer el calculo porque no hay ubicación de este equipo cumpliendo normatividad tensión de la EMPRESA DE ENERGIA DE BOYACA E.S.P.

13 I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. (APLICA SI X NO _)

Toda instalación eléctrica que le aplique el **RETIE**, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla.
Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Las funciones de un sistema de puesta a tierra son:

a. Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
b. Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
c. Servir de referencia común al sistema eléctrico.
d. Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
e. Transmitir señales de RF en onda media y larga.
f. Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Se debe tener presente que el criterio fundamental para garantizar la seguridad de los seres humanos, es la máxima energía eléctrica que pueden soportar, debida a las tensiones de paso, de contacto o transferidas y no el valor de resistencia de puesta a tierra tomado aisladamente. Sin embargo, un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra es siempre deseable para disminuir la máxima elevación de potencial o GPR (Ground Potential Rise).

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla siguiente, adoptados de las normas técnicas **IEC 60364-4-442**, **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** y **NTC 4552**.

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

Tabla 11. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra.

10.1 INFORME MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

10.1.1. Finalidad: conocer las propiedades magnéticas o dieléctricas (perfil eléctrico) representativos de la calidad del terreno, que permitan un adecuado diseño de la puesta a tierra.

10.1.2. Metodología: la medición se debe efectuar en la zona del terreno en que se construirá la puesta a tierra, de no ser ello posible por falta de espacio, por la presencia obstáculos u otras razones atendibles, la medición se debe efectuar en otra área lo más próxima posible a dicha zona.

Son aceptadas como métodos normales de medición, las configuraciones tetraelectródicas conocidas como Schlumberger o Wenner, las cuales pueden aplicarse indistintamente, pero una sola de ellas en cada oportunidad.

Los electrodos de medida se disponen sobre una línea recta, con separación de hasta 100 m. De no ser posible la disposición en recta, se debe disponer sobre una misma línea de nivel, si la medición se está efectuando en un cerro o lomaje, o bien si algún obstáculo sobre un terreno llano, impide cumplir esta condición, la medición puede hacerse sobre dos rectas que formen un ángulo no mayor a 15º, con vértice en el centro de la medición. Si estas condiciones no pueden ser cumplidas, la medición se debe efectuar en otra zona próxima que permita cumplirlas.

10.1.3. Conducción eléctrica en suelos: La mayoría de los minerales que conforman los suelos (arenas, arcillas, rocas, etc.) son de por sí solos, muy malos conductores de la electricidad. Sin embargo cuando se les adiciona agua, su resistividad disminuye considerablemente. 2. Métodos de Prueba

10.1.4. Equipo requerido

- Probador de Resistencia de la tierra de cuatro puntas (Calibrado UNAL)
- Por lo menos cuatro puntas de prueba
- Cuatro conductores aislados del alambre
- Cinta de medición

• Martillo (para conducir las puntas de prueba)
• Manual del usuario para el medidor
Para la toma de nuestros datos usaremos el método de WENNER

10.1.5 Método de WENNER o de los 4 puntos

Para efectuar la medición de resistividad del suelo es necesario hacer circular una corriente por el mismo, el método más usual es el de Frank-Wenner denominado también método de los 4 electrodos.
El equipo usado es: METREL MI 3133 serial 10420339
Consiste básicamente en 4 electrodos enterrados dentro de la tierra a lo largo de una línea recta, a igual distancia A de separación, enterrada a una profundidad B. El voltaje entre los dos electrodos interiores de potencial es medido y dividido entre la corriente que fluye a través de los otros dos electrodos externos, para dar un valor de resistencia mutua R en Ω.

EQUIPO UTILIZADO

MARCA DEL EQUIPO: METREL MI 3123
Tipo de Equipo: Medidor de Resistencia y Resistividad del Terreno.
Serial Numero: 10420339
Fecha de la Ultima Calibración: 03-10-2021
Vigencia de la Calibración: 03-10-2022

FIGURA. 9

Diagrama de sistema de medición de resistividad.

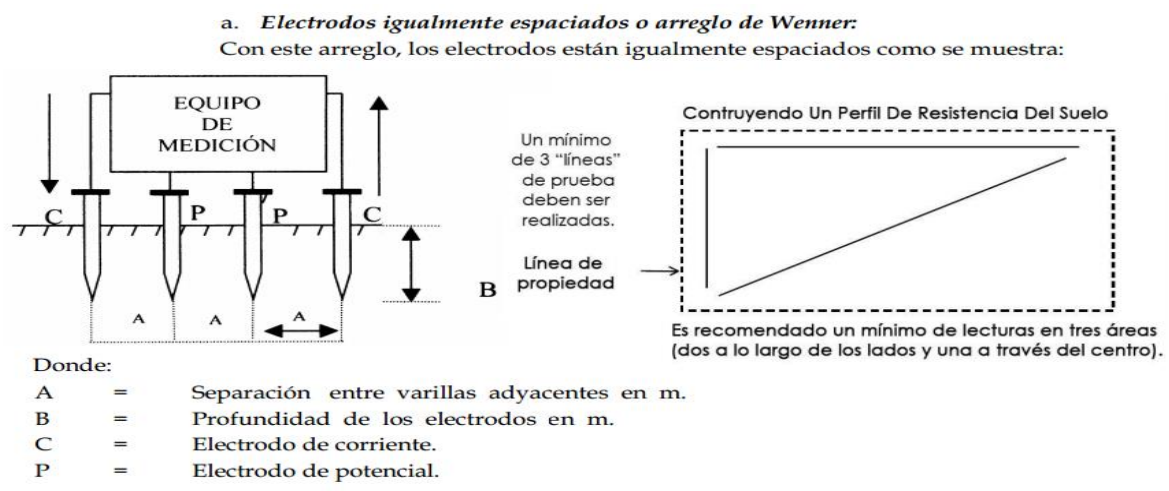


Figura 3.2 Método de Wenner para la medición de la resistividad ([7] NRF-011-CFE-2002 sistema de tierra para plantas y subestaciones eléctricas)

10.1 MEDIDA DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para este proyecto la medición de resistividad del terreno se realizó con el siguiente equipo: MARCA DEL EQUIPO: METREL MI 3123
Tipo de Equipo: Medidor de Resistencia y Resistividad del Terreno.

Tabla 12. Toma de datos de resistividad

REGISTRO FOTOGRAFICO Sentido Orientación Norte - Sur			
SEPARACION ENTRE ELECTRODOS (m)	1	2	3
RESISTIVIDAD (Ω.m)	53,8	30,8	22,8
REGISTRO FOTOGRAFICO Sentido Orientación Oriente - Occidente			
SEPARACION ENTRE ELECTRODOS (m)	1	2	3
RESISTIVIDAD (Ω.m)	88,4	54,9	29,7

Tabla 13. . Mediciones de resistividad proyecto.

Tabla No 1: Resistividad mutua medida en Ω*m				
Medida	Distancia entre electrodos	Resistividad (Ω - m)	Observación	Sentido Orientación Norte - Sur
1	1	53,8	Ninguna	
2	2	30,8	Ninguna	
3	3	22,8	Ninguna	

Tabla No 2: Resistividad mutua medida en Ω*m				
Medida	Distancia entre electrodos (m)	Resistividad (Ω - m)	Observación	Sentido Orientación Oriente - Occidente
1	1	88,4	Ninguna	
2	2	54,9	Ninguna	
3	3	29,7	Ninguna	

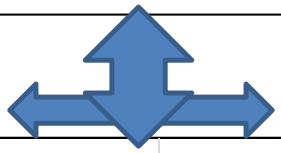
Tabla No 3: Resistividad mutua medida en Ω*m				
Medida	Distancia entre electrodos (m)	Resistividad (Ω - m)	Observación	Sentido Orientación Promedio
1	1	71,1	Ninguna	
2	2	42,9	Ninguna	
3	3	26,3	Ninguna	

Tabla No 4: Resistividad mutua medida en Ω*m				
Medida	Distancia entre electrodos (m)	Resistividad (Ω - m)	X-COX BOX	Sentido Orientación BOX COX
1	1	71,1	88,01	
2	2	42,9	53,04	
3	3	26,3	32,49	

10.2 RESISTIVIDAD POR EL MÉTODO BOX-COX

Este método supone un suelo de una sola capa, se puede suponer así debido a que los valores medidos no distan del valor máximo. Este método es probabilístico, por lo que se

toma una probabilidad del 70% como aceptable para la asignación de la resistividad, a partir del ajuste de la distribución normal.

El método consiste en lo siguiente:

Se halla el promedio de la resistividad aparente entre todas las mediciones.
Se halla el LN de los promedios de resistividad. (Xi)
Se halla el promedio de estos datos. (X)
Se calcula la desviación estándar de los datos (S)
De la distribución normal se toma un valor Z para el 70% que es de 0.5244

Se halla la resistividad (con una probabilidad del 70% de no ser superada) por la siguiente fórmula:

Se halla la resistividad (con una probabilidad del 70% de no ser superada) por la siguiente fórmula:

$$\rho = AntiLn\,(S * Z + X)$$

Medida	Resistividad (Ω - m)	Xi (ln resistividad)	(Xi-X) al cuadrado
1	71,1	4,2640873	0,2509352
2	42,9	3,7577056	2,967E-05
3	26,3	3,267666	0,2455074

$$Xi = Ln\rho i$$

$$X = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n}}$$

X = 3.97
S = 0,4

P = 53,23 (Ω.m)

El valor de la resistividad del terreno según el método box-cox es de 53,23 Ώm

FIGURA. 10 DETALLE DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

10.3 CALCULO CON UN ELECTRODO:

Para este caso utilizaremos la siguiente ecuación:

$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi L}\right)\left(Ln\frac{4L}{r} - 1\right)$$

p = Resistividad (ρ) Ω-m L = Longitud electrodo m
S = área de la sección del electrodo m N = nÚMERo de varillas.

CALCULO DE LA RESISTENCIA ELECTRICA

$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi L}\right)\left(Ln\frac{4L}{r} - 1\right)$$

Calculo para un Varilla

Diametro (in)	Diametro (m)	Radio (m)
5 / 8	0,01588	0,00794

NUMERO DE VARILLAS		1	
Resistividad del terreno	ρ =	53,234	Ω* m
Longitud de la varilla	L =	2,44	en metros
Radio de la varilla	r =	0,0079	en metros

Resistencia de puesta a tierra 21,23 Ω Cumple

Cumpliendo con la tabla 25 del RETIE

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión o torrecillas metálicas de distribución con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω

Tabla 25. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

DIAGRAMA DE CONEXIÓN

Anexo en plano.

Este valor de resistencia CUMPLE con el valor máximo de resistencia de puesta a tierra para baja tensión correspondiente a 25 Ohms según la Tabla 15.4. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra del RETIE adoptados de las normas técnicas **IEC 60364-4-442**, **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** y **NTC 4552, el sistema de puesta a tierra a elaborar es suficiente con una varilla de 2,44 m de 5/8' de grosor. (Véase los planos eléctricos).**

ESTUDIO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA BAJO LA NORMA IEEE - 80

6. Límite de corriente corporal tolerable La magnitud y duración de la corriente conducida a través de un cuerpo humano a 50 Hz o 60 Hz debe ser menos del valor que puede causar fibrilación ventricular del corazón.

PASO 1. Mediciones de campo. De acuerdo que el sitema de puesta a tierra requerido. Se toma el valor hallado de resitividad en campo ρ=20 Ώm , Potencia del proyecto es 15,44 KVA, Io falla del proyecto es

11.3.1.2 Simplificación de fórmulas: La fórmula en unidades en SI se puede simplificar a lo siguiente:

PASO 2 : Área del conductor en milímetros cuadrados:

K_f = constante de fusión de material (cobre) Tabla 2 IEEE80
t_c = Tiempo de duración de la falla
I_o= Corriente de Falla asimétrica - monofásica Según operador de RED
A_{mm}^2 = Área sección transversal del conductor Segú calibre
I_{falla} = Corriente de Falla según potencia del proyecto

$$A_{kcmil} = I \ x \ K_f \ x \ \sqrt{t_c}$$

			DATOS DE ENTRADA		UN
			Kf	7	Constante
			tc	0,15	Seg
			Io	0,925240816	Kamp
			I falla	1,12	Kamp
Ecuación 43 IEEE80 pag. 51			KVA	10	KVA
	13,29	mm2	V	208	Voltios
Cond:	6	AWG	Ucc%	3	Voltios

I_{falla}: $\frac{kVAx100}{U_{cc}xV}$

PASO 3:Tensiones de paso y contacto máximas tolerables

ρ_s : *resistividad de la capa superficial en ohm-metros en condiciones de humedad, tabla 7 IEEE 80*
ρ : *resistividad del terreno*
h_s : *altura de la capa superficial*
C_s : *factor de la capa superficial*

8.3 Criterios de voltaje de paso y contacto

La seguridad de una persona depende de evitar que se absorba la cantidad crítica de energía de choque antes de que se elimine la falla y el sistema se desenergice. La tensión de conducción máxima de cualquier circuito accidental. no debe exceder los límites definidos de la siguiente manera. Para el voltaje escalonado el límite es

Coeficiente en función del terreno y la capa superficial

$$C_s = 1 - \frac{0{,}09*(1-\rho/\rho s)}{2hs+0{,}09}$$

ρs	53,23	Ώm	Resistividad del terreno
ρ	3000	Ώm	Resistividad del terreno mejorada
hs	0,01	m.	superficial
Cs	0,196335	Factor	

Ecuacion 27 IEEE80 PAG. 30

TENSION DE PASO PARA UNA PERSONA DE 70 Kg.

$$E_{s\text{-}70} = (1000 + 6C_s\rho_s)\frac{0{,}157}{\sqrt{tc}}$$

TENSION DE TOQUE PARA UNA PERSONA DE 70 Kg.

$$E_{t\text{-}70} = (1000 + 1{,}5C_s\rho_s)\frac{0{,}157}{\sqrt{tc}}$$

Ecuacion 29 IEEE80 PAG. 35

Es70	430,791375	tc	0,15	Seg
		Et70		411,7270363

TENSION DE PASO PARA UNA PERSONA DE 50 Kg.

$$E_{s\text{-}50} = (1000 + 6C_s\rho_s)\frac{0{,}116}{\sqrt{tc}}$$

TENSION DE TOQUE PARA UNA PERSONA DE 50 Kg.

$$E_{t\text{-}50} = (1000 + 1{,}5C_s\rho_s)\frac{0{,}116}{\sqrt{tc}}$$

Ecuacion 30 IEEE80 PAG. 35

Es50	298,291716	Et50	294,2059631

PASO 6: Cálculo del máximo potencial de tierra (GPR) y corriente máxima de falla.

$S_{F:}$ factor de corrección de corriente
Ig : Corriente efectiva (rms) simétrica de la malla
Z_{Eq} : Impedancia equivalente de la malla en cobre
D_f : Factor de decremento de corriente máxima de falla en sistema de tierra
I_G : Máxima corriente de malla entre sistema de tierra y tierra alrededor
T_a : Temperatura ambiente
R_{cu} : Resistencia de cobre 0,328 ohm/Km
XL_{cu} : Reactancia inductiva del cobre 0,117 ohm/Km

Calculo de la corriente máxima de falla

$$I_g = S_f \cdot I_f \quad (I_f = 3 \cdot I_o)$$

$$D_f = \sqrt{1 + \left(\frac{Ta}{tf}\right)\left(1 - e^{\frac{-2\,tf}{Ta}}\right)}$$

$$I_G = D_f * I_g$$

Calculo del máximo potencial de tierra

$$GPR : R_g * I_G$$

Rcu	0,328	Ώm
Xl cu	0,171	Ώm
Zeq	0,01	Ώ
Io	925,240816	Amp
Sf	0,01	
Ig	27,7572245	Amp
Ta	35	°C
tc=Tf	0,15	Seg
Df	1,73	factor
IG	48,0199984	Amp
GPR	292,92199	Voltios
Et50	294,205963	Voltios

PASO 7: Comparativo entre GPR vs. Et

Prueba lógica comparativa de GPR vs. Et				Prueba Lógica
$GPR > E_t$	Debe calcularse las tensiones de malla y de paso en caso de falla. Seguir con el paso 8	¿GPR>Et?	Sí	
$GPR < E_t$	La malla cumple y finaliza el diseño	Pasar al Paso 8		

Paso 8: Cálculo de las tensiones de retícula Em del centro al extremo de malla y de paso Es:

K_m: Factor de espaciamiento de voltaje de malla
K_i : Factor de corrección geométrico de rejilla de malla
K_{ii} : Factor de corrección ajuste de peso interno de los conductores de extremos de malla
K_h : Factor de corrección ajuste de efectos por la profundidad de malla
I_G : Máxima corriente de malla entre sistema de tierra y tierra alrededor
L_P : Longitud del perímetro de la malla de tierra
D : Distancia de espaciamiento entre varilla de 3 a 7 metros

D	3
Conductor	4
Ac	33,7566
d	12
Kii	1
kb	1,26
Lp	5
Ks	0,323

CALCULO DE LA TENSIÓN DE LA RETICULA:

$$E_m = \frac{\rho \cdot I_G \cdot K_m \cdot K_i}{L_c + \left[1.55 + 1.22 \cdot \left(\frac{L_v}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}}\right)\right] \cdot L_v N}$$

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\ln\left[\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d}\right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln\left[\frac{8}{\pi(2 \cdot n - 1)}\right]\right]$$

CALCULO DE LA TENSIÓN DE PASO

$$E_s = \frac{\rho \cdot Ig \cdot K_s \cdot Ki}{0.75 \cdot Lc + 0.85 \cdot Nv * Lv}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D}\left(1 - 0{,}5^{n-2}\right)\right]$$

Em	289,513064
ES	295,3581208

Paso 9: Comparativo Em vs Et.

Prueba lógica comparativa de E_m vs. E_{t70}				Prueba Lógica
$E_m < E_t$	Cumple pasar al paso 10	¿Em<Et?	Sí	
$E_m > E_t$	Debe rediseñarse la configuración de la malla	Pasar al Paso 10		

Em<	Et-50
289,513064	294,2059631

Paso 10: Comparativo E_s vs $E_{s\text{-}70}$.

Prueba lógica comparativa de E_s vs. E_{s70}				Prueba Lógica
$E_s < E_{s\text{-}}$	Cumple pasar al paso 10	¿E_s <$E_{s\text{-}70}$?	Sí	
$E_s > E_{s\text{-}}$	Debe rediseñarse la configuración de la malla	El diseño cumple		

ES<	Es-50
295,358121	298,2917162

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rms c.a.) según IEEE para 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Tabla 15.1 RETIE. Maxima tensión contacto para un ser humano
ET50 REAL=294 es menor que Et permitido=300V

$$Ep = \frac{165 + \rho_s}{\sqrt{t}} \quad (1)$$

Donde:
Ep = Tensión de Paso Permisible en voltios.
ρ_s = Resistividad de la superficie del terreno en (Ω-m)

$$Et = \frac{165 + 0.25\rho_s}{\sqrt{t}}$$

En donde:
Et = Tensión de contacto permisible en voltios.

ρ=53,23 Es=298 V

$$t = \left(\frac{165+p}{Es}\right)^2$$

$$t = 53,62\ mS$$

ρ=53,23 Et=294V

$$t = \left(\frac{165 + 0,25p}{Et}\right)^2$$

t=36,78 mS

14 J. CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA TODOS LOS FACTORES DE PÉRDIDAS, LAS CARGAS RESULTANTES Y LOS COSTOS DE LA ENERGÍA. (APLICA SI X NO _)

Utilizar materiales de buena calidad y con certificación del ICONTEC y CIDET.

Todos los conductores que se utilicen deberán ser cable o alambre de fabricación Colombiana, de cobre electrolítico conductividad 98 %, temple suave, temperatura máxima 90 grados centígrados tipo cable THHN aislamiento plástico para 600 voltios sobre el cual deberán estar debidamente marcados a todo lo largo de su longitud el tamaño del conductor y el voltaje de su aislamiento. Deben poseer carta de homologación por ICONTEC y el CIDET.

Todos los conductores deberán contar con certificado de conformidad de producto RETIE.

Si los niveles de humedad y calor lo ameritan, el cable debe ser siliconado de primera calidad.

No se permitirá en ningún caso la ejecución de empalmes de cable dentro de la tubería conduit y por lo tanto los conductores deberán ser continuos desde la salida de los breakers en su correspondiente tablero hasta las cajas de salida, derivación o empalme. Código de colores: Para la alambrada general se deberá tener en cuenta la utilización de conductores con los siguientes colores:

Conductor de puesta a tierra.	Verde o desnudo.
Conductor neutro	Blanco.
Conductores de fases	amarillo, azul, rojo y negro.
Línea de continuidad	cable No 12 desnudo cobre.

La totalidad de los cables que conforman las acometidas tanto de alumbrado como de fuerza motriz, deberán ser plenamente identificados dentro del tablero general con la nomenclatura señalada en los planos.

Cada distribución de conductores se refleja en el plano con una distribución especificación a continuación dependiendo de los criterios de capacidad de corriente, regulación de tensión y pérdida de energía y potencia.

Costos/Calibre	1/0 THHN	2 THHN
Costos de inversión del cableado	2.561.400,00 COP	2.527.500,00 COP
Pérdidas de energía mensuales	555,44 COP	333,60 COP
VPN Costos cableado (A 15 años con una tasa de oportunidad del 10% EA)	- 243.942,86 COP	- 229.772,73 COP
VPN pérdidas de energía	- 50,49 COP	- 30,33 COP
VF pérdidas de energía (15 años con una tasa del 3% mensual debida a la inflación)	113.589,11 COP	68.222,73 COP

Tabla 14. Máxima tensión de contacto admisible.

Cómo se observa en el cuadro, el costo de usar un calibre mayor al # 1/0 no se justifica debido a que el costo extra (tubería más grande, el costo del calibre mayor, mano de obra,

uniones, etc) es mucho más que el ahorro de energía que podría haber en un futuro, por lo que el conductor calibre # 1/0 es el mejor, tanto en la parte técnica (cumple por corriente, regulación y pérdidas de potencia y energía) como en la parte económica.

11.1 ACOMETIDAS

Debido a que las pérdidas de energía son bajas, el ahorro de energía al usar un calibre mayor al 6 no se justifica si se compara con el costo extra de usar ese calibre (metro de cable más costoso, la mano de obra) y al compararse el VPN de la inversión inicial con el VPN de las pérdidas de energía se puede apreciar que en un periodo de 15 años se recupera la inversión y hay ganancias; ahora si se compara con un valor futuro del costo de las pérdidas de energía a 15 años se puede ver que no valdría la pena el uso de un conductor con un calibre mayor.

15 K. VERIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES, TENIENDO EN CUENTA EL TIEMPO DE DISPARO DE LOS INTERRUPTORES, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE LA RED Y LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CONDUCTOR (Aplica SI _ No X)

A continuación se muestra un cuadro donde se especifican las características del conductor y protecciones en baja tensión:

Nivel de tensión	Conductor	Corriente que soporta en caso de falla (KA)	Tiempo en que el conductor soporta esa corriente sin que se pierdan sus propiedades (figura 9-3 IEEE 242)	Tipo de protección	Capacidad de la protección (A)	Capacidad de corriente nominal (A)
BT	8 CU THHN	1,2	0,5 - 1 ciclos	Breaker automatico	40	50
	1/0 CU THHN	5,88	2 ciclos	Breaker automatico	125	150
	2 CU THHN	3,7	1 ciclos	Breaker automatico	90	100

Tabla 15. Verificación de conductores.

16 L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS DE SUJECIÓN DE EQUIPOS. (Aplica SI _ NO X)

No aplica en este caso debido a que la obra se alimenta directamente de la red existente, por lo que no se necesitan nuevos elementos de sujeción.

17 M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES CONTRA SOBRECORRIENTESEN BAJA TENSIÓN SE PERMITE LA COORDINACIÓN CONTRA LAS CARACTERÍSTICAS DE LIMITACIÓN DE CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS SEGÚN IEC 60947- 2. (Aplica SI X NO _)

14.1 GENERALIDADES

La selectividad de las protecciones termo magnético se realizó de acuerdo a la corriente de la carga proyectada para cada circuito.
Teniendo en cuenta que la protección principal de 40 Amperios es superior a cada protección parcial, puede asegurarse que el disparo de las protecciones se llevará a cabo en su orden correcto que es primero el circuito y luego la protección principal en caso de que la primera falle.

17.1 PROTECCIONES EN BAJA TENSION

El tiempo de disparo de cada breaker es de 1-0.5 ciclos (aproximadamente 0.02-0.01 segundos), Los breakers no superan la capacidad de corriente de los conductores ni de los aparatos. Los breakers actúan y despejan los circuitos en caso de falla, el tiempo de disparo y su capacidad garantizan que los aparatos serán protegidos.

17.2 PROTECCIONES PRINCIPALES

El alimentador principal tendrá protección de 3x125 [A] (Véase cuadros de cargas) y la cuenta trifásica comercial tendrá breaker de 3x125 A.

17.3 CIRCUITOS:

Cada circuito tiene su propia protección (breaker), dimensionado de acuerdo a la carga de cada circuito. (Véase Cuadros de Cargas y diagramas unifilares en los planos)

CALCULO DE PROTECCIONES

Tabla 16**. Potencia de equipos instalados.**

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 1 - T1																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T1	C1	26					8		1424	1	1424	1424			11,9	14,8	THHN12AWG	1X20 A	LOCAL 101
	C2	35	2	12		3	1		1336	1	1336	1336			11,1	13,9	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
	C3	31					7		1444	1	1444		1444		12,0	15,0	THHN12AWG	1X20 A	LOCAL 102 E ILUMINA CUARTO ELECTRICO
	C4	11				2	6		1064	1	1064		1064		8,9	11,1	THHN12AWG	1X20 A	CAFETERIA
	C5	12					7		988	1	988			988	8,2	10,3	THHN12AWG	1X20 A	TARIMA
	C6	20					11		1580	1	1580			1580	13,2	16,5	THHN12AWG	1X20 A	EXPOSICION ARTES PLASTICAS Y ARTESANIAS
	C9	4					2		296	1	296		296		2,5	3,1	THHN12AWG	1X20 A	CUARTO ASEO
	C11				12				36	1	36			36	0,3	0,4	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		139	2	12	12	5	42	0	8168	1	8168	2760	2804	2604	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T1

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 2 - T2																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T2	C1	25					9		1500	1	1500	1500			12,5	15,6	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA JURIDICA Y SALA DE JUNTAS
	C2	32					7		1468	1	1468	1468			12,2	15,3	THHN12AWG	1X20 A	ESCUELA DE ARTES
	C3	26					10		1624	1	1624		1624		13,5	16,9	THHN12AWG	1X20 A	OFICINAS ALA IZQUIERDA
	C4	15					5		860	1	860		860		7,2	9,0	THHN12AWG	1X20 A	HALL DE EXPOSICION ARTISTICA
	C5	27					11		1748	1	1748			1748	14,6	18,2	THHN12AWG	1X20 A	OFICINAS ALA DERECHA
	C6	17	2	14		2	2		912	1	912			912	7,6	9,5	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
	C9				13				39	1	39		39		0,3	0,4	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		142	2	14	13	2	44	0	8151	1	8151	2968	2523	2660	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T2

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 3 - T3																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T3	C1	23					11		1652	1	1652	1652			13,8	17,2	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA ADMINISTRATIVA COORDINACION
	C3	21					8		1304	1	1304		1304		10,9	13,6	THHN12AWG	1X20 A	OFICINA ADMINISTRATIVA SECRETARIA
	C4	11	2	8					344	1	344		344		2,9	3,6	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - PASILLOS
	C5				8				24	1	24			24	0,2	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		55	2	8	8	0	19	0	3324	1	3324	1652	1648	24	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN10AWG	3X30 A	PARCIAL TGA A T3

CUADRO DE CARGA INSTALADA PISO 4 -T4																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T4	C1						10		1000	1	1000	1000			8,3	10,4	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS ESCUELA DE MUSICA
	C2	22							528	1	528	528			4,4	5,5	THHN12AWG	1X20 A	ILUM. ESCUELA ARTES PLASTICAS ARTESANIA
	C3	36							864	1	864		864		7,2	9,0	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION ESCUELA DE MUSICA
	C4					1	10		1100	1	1100		1100		9,2	11,5	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS ESCUELA ARTES PLASTICA ARTESANIA
	C5	24					9		1476	1	1476			1476	12,3	15,4	THHN12AWG	1X20 A	ESCUELA DE GASTRONOMIA
	C6					6	6		1200	1	1200			1200	10,0	12,5	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS MESONES ESC DE GASTRONOMIA
	C7				11				33	1	33	33			0,3	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C11	21		16		2	2		968	1	968			968	8,1	10,1	THHN12AWG	1X20 A	ZONAS COMUNES - BAÑOS Y PASILLOS
TOTAL		103	0	16	11	9	37	0	7169	1	7169	1561	1964	3644	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TGA A T4

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON PLANTA ELECTRICA - T-PE																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-PE	C1-C3-C5	6	0	0	2	0	2	1	16613	0,9	18420	6167	6223	6029	48,3	60,4	THHN4AWG	3X70 A	TABLERO SALON DE BOMBAS
	C2-C4-C6	0	0	0	1	0	1	1	5627	0,9	6238	2040	2137	2061	16,4	20,5	THHN8AWG	3X40 A	TABLERO ASCENSOR
	C7	7							168	1	168	168			1,4	1,8	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
	C9				2				6	1	6		6		0,1	0,1	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C11						2		200	1	200			200	1,7	2,1	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS GENERAL
TOTAL		13	0	0	5	0	5	2	22614	1	25032	8375	8366	8290	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN2AWG	3X90 A	PARCIAL TRANSFR. AUT. A T-PE

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON BOMBAS - T-B																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-B	C1-C3-C5							1	16263	0,9	18070	6023	6023	6023	47,4	59,3	THHN4AWG	3X60 A	CONTROL DE BOMBAS
	C2	6							144	1	144	144			1,2	1,5	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
	C4						2		200	1	200		200		1,7	2,1	THHN12AWG	1X20 A	TOMAS GENERAL
	C6				2				6	1	6			6	0,1	0,1	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
TOTAL		6	0	0	2	0	2	1	16613	1	18420	6167	6223	6029	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN4AWG	3X70 A	PARCIAL T-PE A T-B

CUADRO DE CARGA INSTALADA SALON ASCENSOR - T-A																			
TABLERO	CTO	Balanq 24w	Apliq 24w	Apliq 4w	LUZ EMER	Toma GFCI	Toma 1ph	Carga 3ph	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
T-A	C1-C3-C5							1	5500	0,9	6111	2037	2037	2037	16,0	20,0	THHN8AWG	3X30 A	CONTROL ASCENSOR
	C2				1				3	1	3	3			0,0	0,0	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION DE EMERGENCIA
	C4						1		100	1	100		100		0,8	1,0	THHN12AWG	1X20 A	TOMA GENERAL
	C6		1						24	1	24			24	0,2	0,3	THHN12AWG	1X20 A	ILUMINACION GENERAL
TOTAL		0	0	0	1	0	1	1	5627	1	6238	2040	2137	2061	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN8AWG	3X40 A	PARCIAL TRANSFR. AUT. A T-A

Tabla 17. Detalle de Carga instalada.

CUADRO DE CARGA INSTALADA TABLERO GENERAL - TGA																		
TABLERO	CTO	Bala 24w	Apli q 24w	Apli q 4w	LUZ EME R	Toma GFCI	Toma 1 ab	Carga 3 ab	CARGA (W)	FP	CARGA (VA)	FASE R	FASE S	FASE T	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DISEÑO (A)	CONDUCTOR	PROTECCIÓN	OBSERVACIONES
TGA	C1-C3-C5	13	0	0	5	0	5	1	22614	0,9	25032	8375	8366	8290	65,7	82,1	THHN2AWG	3X90 A	TRANFERENCIA AUT. - BOMBAS Y ASCENSOR
	C2-C4-C6	139	2	12	12	5	42	0	8168	1	8168	2760	2804	2604	21,4	26,8	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 1
	C7-C9-C11	142	2	14	13	2	44	0	8151	1	8151	2968	2523	2660	21,4	26,7	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 2
	C8-C10-C12	55	2	8	8	0	19	0	3324	1	3324	1652	1648	24	8,7	10,9	THHN10AWG	3X30 A	DISTRIBUCION PISO 3
	C13-C15-C17	103	0	16	11	9	37	0	7169	1	7169	1561	1964	3644	18,8	23,5	THHN8AWG	3X40 A	DISTRIBUCION PISO 4
TOTAL		452	6	50	49	16	147	1	49426	0,9	51844	17316	17305	17222	VER CUADRO DIVERSIFICADA		THHN1/0AWG	3X125 A	PARCIAL MEDIDOR A TGA

14.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN Y CALIBRES MÍNIMOS *B.T.*

El calibre del conductor debe seleccionarse teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- *Capacidad de corriente.*
- *Regulación de tensión.*
- *Pérdidas de potencia y energía.*
-

Por diseño el cable se construye con un conductor de 8 CU desde el operador de red - medidor para el tablero de distribución.

17.4 CAPACIDAD DE CORRIENTE CONDUCTOR RED B.T

Teniendo en cuenta la carga diversificada del proyecto incluidas cargas futuras y el valor nominal de tensión del circuito alimentador, obtenemos para el conductor:

I=P/V=36123/208 *1,7173= 100 A

Calculamos la corriente del conductor con margen de

sobrecarga del 25% Icond = 1.25 x In 100 x 1.25 = 125A

Por consiguiente, según la tabla 310-16 seleccionamos el conductor 1/0 awg CU.

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 "C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C TIPOS TW*, UF*	75 °C TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	90 °C TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	60 °C TIPOS TW*, UF*	75 °C TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	90 °C TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400

Tabla 18. *Calibres mínimos en BT*

18 N. CÁLCULO DE CANALIZACIONES (TUBO, DUCTOS, CANALETAS Y ELECTRODUCTOS) Y VOLUMEN DE ENCERRAMIENTOS (CAJAS, TABLEROS, CONDULETAS, ETC.) (Aplica X NO _)

15.1 CÁLCULOS DE DUCTOS (TUBERÍAS, CANALIZACIONES, CANALETAS, BLINDOBARRAS)

Se utilizará tubería metálica anticorrosiva IMC, EMT, o PVC con marca que posea certificados de calidad ISO 9001, UL 797, CERTIFICACION DEL CIDET, NTC 105 Y ANSI C 80.3, incombustible, de alta rigidez mecánica, resistente al impacto, con uniones y accesorios. Los accesorios deberán ser del mismo tipo y marca de la tubería y deberá estar marcada a lo largo del tubo con su respectiva marca y logo. TODA LA TUBERIA DEBE QUEDAR EMBEBIDA O INCRUSTADA EN MUROS Y DEMAS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.

La instalación de la tubería se deberá realizar conforme a la distribución de los planos de instalaciones eléctricas y durante el proceso de instalación se podrán hacer cambios menores siempre y cuando se hagan con autorización y visto bueno del Interventor. La tubería que quede expuesta o tipo intemperie se instalar tipo IMC. Toda tubería que sea cortada en el sitio de trabajo deberá ser limada y liberada de filos y asperezas que puedan

causar daño al aislamiento de los conductores. Las uniones deberán hacerse utilizando las conexiones de acuerdo a las instrucciones del Fabricante. Cuando se requiera de curvas, se permitirá doblado de la tubería siguiendo las instrucciones del fabricante, de tal manera que el tubo no se lastime o sufra reducción en su diámetro interior. Un tendido de tubería entre dos cajas consecutivas no debe tener más curvas que el equivalente a cuatro codos en ángulo recto.

El diámetro interno de los tubos tiene que estar de acuerdo con el número de conductores que se introducirán en ellos, como lo indica la siguiente tabla (capítulo 9 de la NTC 2050). Según normativa EBSA, para la acometida se selecciona tubería PVC de 2".

Ocupacion de ductos Red BT energizada

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	1/0	THW 600 V	4	13,51	143,35	573,40
2	1/0	TW 600 V	1	13,51	143,35	143,35
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **716,75** **mm2**

Tipo de Ducto: Tuberia No Metalica Electrica

Diametro: 2 Pulgadas

Diametro** 52,9 mm

Diámetro mínimo recomendado **2 "**

Area Total **2197,87 mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **32,61%**

Ocupacion de ductos Red BT energizada

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	2	THW 600 V	4	10,46	85,93	343,73
2	2	TW 600 V	1	10,46	85,93	85,93
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **429,66** **mm2**

Tipo de Ducto: Tuberia No Metalica Electrica

Diametro: 1 1/2 Pulgadas

Diametro** 41,2 mm

Diámetro mínimo recomendado **1 1/2 "**

Area Total **1333,17 mm2**

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **32,23%**

Ocupacion de ductos Red BT energizada

Cable Monopolar

N°	Calibre	Aislante	Cantidad	Diametro* mm	Area por cable mm2	Total Grupo mm2
1	8	THW 600 V	4	5,99	28,18	112,72
2	8	TW 600 V	1	5,99	28,18	28,18
3	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
4	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			
5	12	TTU 90 (XLPE-PVC) 600 V	0			

Area Total **140,90** **mm2**

Tipo de Ducto: Tuberia No Metalica Electrica

Diametro: 1 Pulgadas

Diametro** 27 mm

Diámetro mínimo recomendado **Area Total** **572,56 mm2**

3/4 "

Max. Ocupacion **40,00%** **Ocupación** **24,61%**

Tabla 19. Número máximo de conductores por ducto.

NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES POR DUCTO

TIPO	CALIBRE	TAMAÑO DEL DUCTO (pulgadas / milímetros)							
	AWG	1/2 / 16	3/4 / 21	1 / 27	1¼ / 35	1½ / 41	2 / 53	2½ / 63	3 / 78
THHN / THWN	14	16	27	44	73	96	150	225	338
	12	11	19	32	53	70	109	164	246
	10	7	12	20	33	44	69	103	155
	8	4	7	12	19	25	40	59	89
	6	3	5	8	14	18	28	43	64
	4	1	3	5	8	11	17	26	39
	2	1	1	3	6	8	12	19	28
	1	1	1	2	4	6	9	14	21
	1/0	1	1	2	4	5	8	11	17
	2/0	1	1	1	3	4	6	10	14
	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12
	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10
TW / THW	14	11	18	31	51	67	105	157	235
	12	8	14	24	39	51	80	120	181
	10	6	10	18	29	38	60	89	135
	8	3	6	10	16	21	33	50	75
	6	1	3	6	9	13	20	30	45
	4	1	2	4	7	9	15	22	33
	2	1	1	3	5	7	11	16	24
	1	1	1	1	3	5	7	11	17
	1/0	1	1	1	3	4	6	10	14
	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12
	3/0	0	1	1	1	3	4	7	10
	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9

Tabla C11. Tubo conduit rígido de PVC tipo A NTC 2050 NEC 2008.

15.2 TABLEROS Y EQUIPO DE MEDIDA

Los tableros de medida para deben ser de construcción normalizada y cumplir tener las siguientes características, tomadas de Normas para el diseño y la construcción de redes de distribución de energía eléctrica de la Empresa de Energía de Boyacá.

- Deben fabricarse en lámina de acero calibre mínimo de 16 USG, acabado a base de pintura electrostática referencia 7032, en fibra de vidrio o en otros materiales sintéticos.
- El vidrio de las ventanas de inspección debe ser de seguridad con espesor mínimo de 4 mm, ancho de 250 mm y altura de 120 mm.
- La altura máxima permitida de los armarios para la instalación de medidores debe ser de 2,2 m y la profundidad mínima de 0,4 m.
- Deben poseer conexión de puesta a tierra.

ESTE ITEM SE QUEDA PENDIENTE POR QUE NO SE PUDO VERIFICAR LA MEDIDA AUNQUE LA PROYECTADA EXIGE QUE SEA MEDIDA SEMIDIRECTA.

FIGURA. 11 detalle de tablero de medidores.

15.3 EQUIPOS DE MEDIDA

Los equipos de medida deben ser registrados ante el comercializador correspondiente, indicando para cada uno de los componentes: fabricante, características técnicas, números de serie, modelo y tipo. El tipo de medida a instalar se elige según la capacidad instalada; como se indica en la siguiente tabla EBSA.

FIGURA. 12 Detalle de medidores.

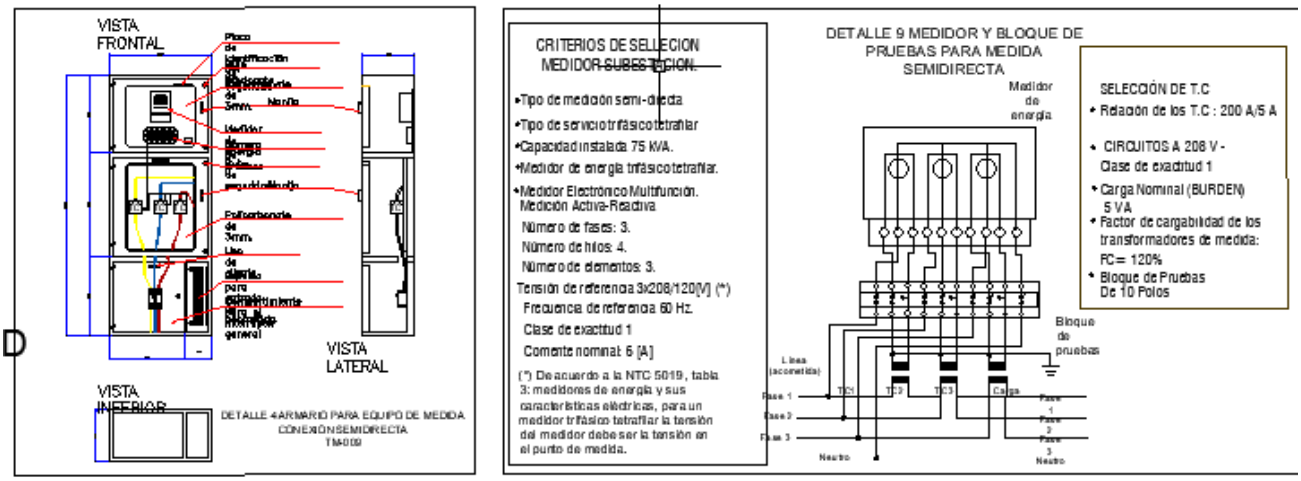


Tabla 20. CRITERIOS DE MEDIDOR

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MEDIDOR						
Capacidad Instalada [kVA]	**Cantidad cuentas**	**Tipo de medición**	**Tipo de medidor**	**Medición**	**Medidor**	**Tensión de referencia [V]**
36,14	SemiDirecta	Trifásico	Activa - Reactiva	Electronico	Clase 1	3x(208/120) V

15.4 CAJAS DE EMPALMES.

Las cajas de empalme y de salidas de equipos o aparatos deben tener dimensiones de acuerdo con el artículo 370 de la Norma NTC 2050, troqueladas y aseguradas a paredes o techos sin dañar los aislamientos de los conductores.

Todas las cajas a utilizar en los puntos o salidas de interruptores, alumbrado, tomas etc. serán de lámina galvanizada calibre 20 o el especificado y tener certificado de conformidad con RETIE. Para las salidas de alumbrado se usarán cajas octogonales, en el caso de que las cajas reciban dos o más tubos de ¾ la caja deberá ser cuadrada tipo 2400.

Las cajas para interruptores dobles, triples o conmutables serán del tipo 2400; las salidas trifásicas y las salidas para equipos de fuerza deben tener cajas cuadradas de doble fondo.

15.5 TABLEROS DE AUTOMÁTICOS.

Los tableros contendrán interruptores automáticos termomagnéticos, ensamblados firmemente al barraje, con barraje tetrapolar, neutro aislado, apropiado para 400 amperios y recubierta en lámina de acero para ser incrustada en la pared. Estos tableros deberán ser diseñados para un sistema de tres fases, 4 hilos, 440 voltios y 220 /127 voltios, 60 ciclos, para el piso #1 y para los pisos restantes se instalaran tableros para sistemas monofásicos.

Todos los tableros deberán contar con certificado de conformidad de producto RETIE. La totalidad de los tableros se colocarán incrustados dentro de los muros en forma tal que sus lados queden completamente nivelados.

El cableado de los tableros deberá hacerse en forma completamente nítida, dejando una longitud suficiente de conductor para efectos de permitir la adecuada conexión de los mismos a los interruptores automáticos.

15.6 INTERRUPTORES AUTOMATICOS ENCHUFABLES.

Los automáticos o tacos enchufarles o tipo riel a instalar en los tableros deberán tener una capacidad de interrupción de cortocircuito de 10 KA como mínimo y serán certificados. Se instalara totalizador para un disparo mas rápido.

19 O. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA LOS EFECTOS DE ARMÓNICOS Y FACTOR DE POTENCIA. (Aplica SI X NO _)

Las pérdidas de potencia para media y baja tensión se calcularon de la siguiente manera:

$$= ^{2}$$

Para el cálculo de las pérdidas de energía, se tuvieron en cuenta las curvas de demanda de la EBSA. No se tuvieron en cuenta los efectos armónicos porque las cargas principales son cargas comerciales existentes que no afectan el factor de potencia.

PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN BAJA TENSIÓN - RED SUBTERRÁNEA - Cu THHN												
Tramo		Longitud [m]	Potencia por tramo [kVA]	Tensión	Calibre	R conductor (Ω/km)	Corriente [A]	Pérdidas de potencia		Pérdidas de energía	Pérdidas de potencia acumuladas	Pérdidas de Energía acumuladas
								Total (VA)	Porcentaje	Porcentaje		
MEDIDOR	TGA	20	36,00	208	1/0	3,94E-01	99,93	78,68	0,218565%	0,00172	0,219%	0,00172
TGA	TRANSFERENCIA	20	25,00	208	2	6,23E-01	69,39	60,00	0,239999%	0,00189	0,252%	0,00198
TGA	PISO 1	25	8,10	208	8	2,56E+00	22,48	32,35	0,399408%	0,00314	0,651%	0,00512
TGA	PISO 2	30	8,10	208	8	2,56E+00	22,48	38,82	0,479290%	0,00377	1,131%	0,00889
TGA	PISO 3	45	3,30	208	10	3,94E+00	9,16	14,88	0,450790%	0,00355	1,581%	0,01244
TGA	PISO 4	60	7,17	120	8	2,56E+00	34,49	182,74	2,548978%	0,02005	4,130%	0,03249

Tabla 21. Calculo de regulación de voltaje y pérdidas de la red trifásica de baja tensión.

20 P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN. (Aplica SI X NO_)

Cálculo de Regulación de Baja Tensión

El cálculo de la regulación se efectúa de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$\varphi\% = Kr * (KVA*Lm)$$

Donde:
φ%: Es la regulación, en porcentaje
Kr: Es la constante de regulación para el calibre 6 Y 8 awg.

Donde:

CÁLCULO DE REGULACIÓN DE LA RED DE BT - COBRE THHN												
Material de la red	Tramo		Longitud [m]	Potencia por tramo [kVA]	Momento	Tensión de la red	Conductor	Tipo de subestación	Tipo de red	Constante de regulación KG	% de regulación	
											Propia	Acumulado
Cobre	MEDIDOR	TGA	20	36,00	720	208	1/0	Trifásica	Trifásica	3,82E+01	0,64	0,64
Cobre	TGA	TRANSFERENCIA	20	25,00	500	208	2	Trifásica	Trifásica	5,78E+01	0,67	1,30
Cobre	TGA	PISO 1	25	8,10	202,5	208	8	Trifásica	Trifásica	2,18E+02	1,02	1,65
Cobre	TGA	PISO 2	30	8,10	243	208	8	Trifásica	Trifásica	2,18E+02	1,22	1,36
Cobre	TGA	PISO 3	45	3,30	148,5	208	8	Trifásica	Trifásica	2,18E+02	0,75	0,89
Cobre	TGA	PISO 4	60	7,17	430,14	208	8	Trifásica	Trifásica	2,18E+02	2,16	2,30

Tabla 22. Calculo de regulación de voltaje y pérdidas de la red trifásica de baja tensión

El % obtenido está dentro del valor permitido.

21 Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS. (Aplica SI _ NO X)

Las áreas clasificadas son áreas que están consideradas en ambientes considerados como peligrosos, es decir ambientes que contengan gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras de combustible, o porque puede haber posibilidad de que se concentren estos gases en un lugar.

Este proyecto no tiene ningún área que presente estas características, por lo que no hay necesidad de hacer una clasificación.

22 R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES (Aplica SI X NO_)

El diagrama unifilar se encuentra en los planos anexos.

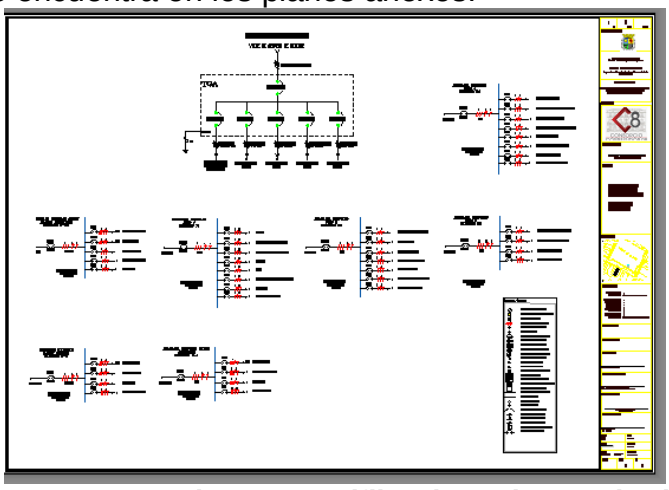


FIGURA. 13. Diagrama unifilar. (Ver plano 4 de 4)

23 S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN. (APLICA SI X NO _)

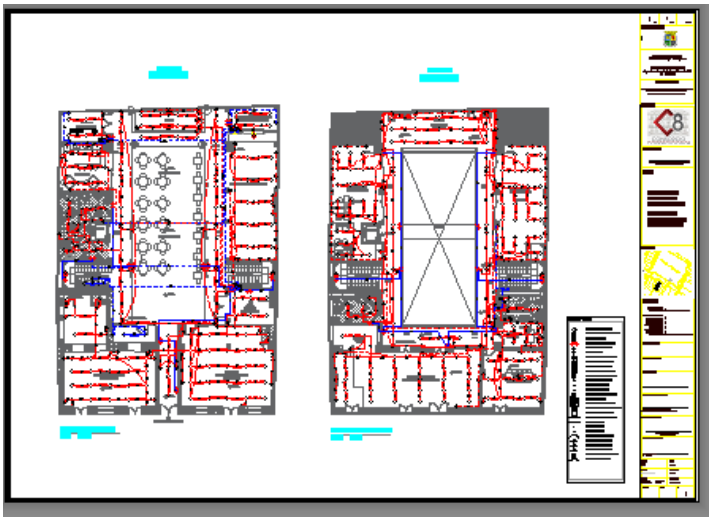


FIGURA. 14. Plano distribución eléctrica. (Ver plano 1-3 de 4)

24 T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES. U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. (Aplica SI _ NO X)

Estas especificaciones no son necesarias, todo lo importante está consignado en los planos eléctricos, no hay equipos especiales, todas las cargas son comerciales comunes sin ningún tipo de especificación.

25 U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. (Aplica SI X NO _)

Para efectos del reglamento y teniendo en cuenta que frente al riesgo eléctrico la técnica más efectiva de prevención, siempre será guardar una distancia respecto a las partes energizadas, puesto que el aire es un excelente aislante, en este apartado se fijan las distancias mínimas que deben guardarse entre líneas o redes eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificaciones, piso del terreno destinado a sembrados, pastos o bosques, etc.), con el objeto de evitar contactos accidentales. Las distancias verticales y horizontales que se presentan en las siguientes tablas, se adoptaron de la norma **ANSI C2**; todas las tensiones dadas en estas tablas son entre fases, para circuitos con neutro puesto a tierra sólidamente y otros circuitos en los que se tenga un tiempo despeje de falla a tierra.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	**Tensión nominal entre fases (kV)**	**Distancia (m)**
Distancia vertical **"a"** sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas y siempre que el propietario o tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control tanto de la instalación como de la edificación (Figura 13.1).	44/34,5/33	3,8
	13,8/13,2/11,4/7,6	3,8
	<1	0,45
Distancia horizontal **"b"** a muros, balcones, salientes, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas. (Figura 13.1)	66/57,5	2,5
	44/34,5/33	2,3
	13,8/13,2/11,4/7,6	2,3
	<1	1,7
Distancia vertical "**c**" sobre o debajo de balcones o techos de fácil acceso a personas, y sobre techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura. (Figura 13.1)	44/34,5/33	4,1
	13,8/13,2/11,4/7,6	4,1
	<1	3,5
Distancia vertical "**d**" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular. (Figura 13.1) para vehículos de más de 2,45 m de altura.	115/110	6,1
	66/57,5	5,8
	44/34,5/33	5,6
	13,8/13,2/11,4/7,6	5,6
	<1	5

Tabla 23. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Igualmente, en instalaciones construidas bajo criterio de la norma **IEC 60364**, para tensiones mayores de **1 kV**, se deben tener en cuenta y aplicar las distancias de la **IEC 61936 -1**.

Únicamente se permite el paso de conductores por encima de construcciones (distancia vertical "**a**") cuando el tenedor de la instalación eléctrica tenga absoluto control, tanto de la instalación eléctrica como de las modificaciones de la edificación o estructura de la planta. Entendido esto como la administración, operación y mantenimiento, tanto de la edificación como de la instalación eléctrica.

En ningún caso se permitirá el paso de conductores de redes o líneas del servicio público, por encima de edificaciones donde se tenga presencia de personas.

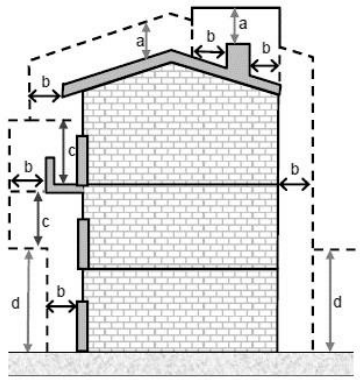


Figura 13.1. Distancias de seguridad en zonas con construcciones

FIGURA. 15. . Distancias de seguridad.

Para el presente proyecto la distancia de la red en baja tensión a la parte edificada de la propiedad es de 8 metros. La acometida de baja tensión es Aérea. La bodega cumple con las distancias de seguridad exigidas por el RETIE y adicionalmente la red en baja tensión es del tipo trenzada.

REGISTRO FOTOGRAFICO PROPIEDAD

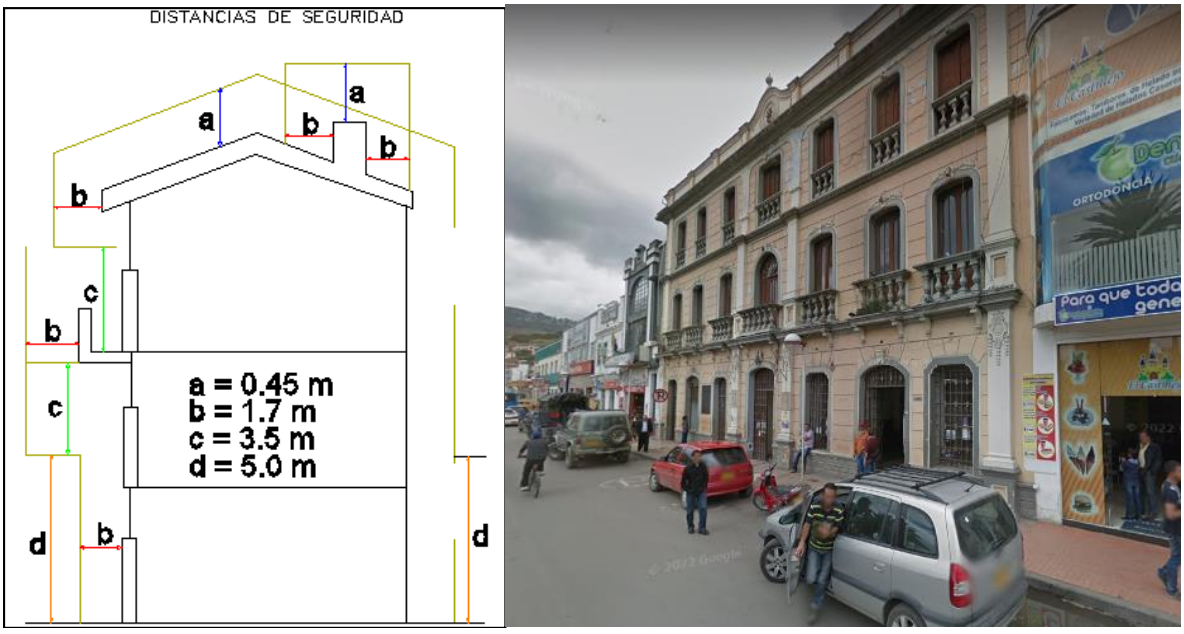


FIGURA. 16. Distancias de seguridad

26 V. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 CUANDO SEA PERMITIDO, SIEMPRE Y CUANDO NO COMPROMETA LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS O DE LA INSTALACIÓN. (Aplica SI X NO _)

En los casos en que haya desviaciones de la NTC 2050, en cada ítem estará la debida justificación de esta desviación.

27 W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA PARA SU CORRECTA Y SEGURA OPERACIÓN, TALES COMO CONDICIONES SÍSMICAS, ACÚSTICAS, MECÁNICAS O TÉRMICAS. (Aplica SI: _ NO X)

El tipo de instalación no requiere de estudios extra para su correcta y segura operación.

ANALISIS DE DENSIDAD DE PERSONAS SEGÚN EL TIPO DE OCUPACION BAJO EL CRITERIO DE LA NFPA 101 PARA EL PROYECTO ESTUDIO TÉCNICO ACTUALIZADO PARA LA RESTAURACIÓN DEL ANTIGUO PALACIO MUNICIPAL (CASA DEL CORREGIDOR) MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

El presente estudio contempla la definición de espacio de alta concentración de personas y sus requisitos frente al RETIE, a través del análisis de densidad de personas por área,

según los criterios de la NFA 101, todos los demás análisis de tipo civil y arquitectónico deberán ser desarrollados y evaluados por el profesional competente en el área.

NFPA 101 Código de Seguridad Humana contra Incendios en Edificios y Estructuras Edición 2000

Capítulo 1 ADMINISTRACIÓN

SECCIÓN 1.3* PROPÓSITO: 1.3.1* Propósito del Código. El propósito de esté Código es proporcionar los requisitos mínimos, con la debida consideración hacia la función, para el diseño, la operación, y el mantenimiento de edificios y estructuras para la seguridad de la vida humana contra los incendios. Sus cláusulas son también aplicables a la seguridad de la vida humana en emergencias similares.

SECCIÓN 1.5 EQUIVALENCIA: 1.5.2* Equivalencia de Conformidad. Los sistemas, métodos o dispositivos alternativos aprobados como equivalentes por la autoridad competente, deberán estar reconocidos como en conformidad con este Código.

SECCIÓN 1.7 APLICACIÓN: 1.7.1 Administración y Aplicación. Este Código deberá ser administrado y aplicado en la regulación por la autoridad competente designada por la autoridad gubernamental.

Por lo anterior declaro que con el presente solo se analizaran los espacios de CARGA (PERSONAS ETC) para analizar las diferentes zonas para alta concentración de personas y su aplicabilidad respectiva frente al RETIE.

Aclaro que los espacios, sistemas, métodos o dispositivos usados en la construcción civil o la arquitectónica no serán objeto de la presente evaluación, ya que no tengo las competencias para el mismo ni está dentro del cumplimiento frente al RETIE

Firma: _____

M.P.:

REGLAMENTACION APLICABLES SEGÚN RETIE.

2.3 PRODUCTOS

Los productos contemplados en la Tabla 2.1 Productos para instalaciones eléctricas en lugares con alta concentración de personas.

Para efectos de los sitios de Alta concentración de Personas, se deberán tener en cuenta las densidades de personas, así como los sistemas de evacuación de las áreas críticas y no la totalidad de las personas que contenga la edificación o lugar considerado como referente por lo que el número mínimo establecido para la alta concentración de personas puede ser inferior; para lo cual aplicaremos se la norma NFPA 101 (Código de seguridad humana).

20.2 ALAMBRES Y CABLES PARA USO ELÉCTRICO

Los conductores utilizados en las instalaciones eléctricas deben cumplir los siguientes requisitos de instalación:

20.2.9 Requisitos de instalación : g. En los edificios que utilicen ascensores o en lugares con alta concentración de personas, tales como los listados en la sección 518 de la NTC 2050 y salones comunales de edificaciones residenciales, se deben utilizar conductores eléctricos con aislamiento o recubrimiento de muy bajo contenido de halógenos, no mayor a 0,5%, no propagadores de llama y baja emisión de humos opacos, certificados según las normas aplicables, tales como IEC 60754-1-2 para el contenido de halógenos, acides y conductividad de humos, IEC 331, IEC 332-1, IEC 332-3 para retardo de la llama, IEC 61034-2 para opacidad o normas equivalentes como UL 2556 o NTC 5786". Los conductores de los cables de bajo contenido de halógenos, deberán ser del tipo cableado, no se admiten conductores sólidos.

REQUISITOS NORMATIVOS FRENTE AL RETIE.

Definición: ALTA CONCENTRACIÓN DE PERSONAS U OCUPACIÓN PARA REUNIONES PÚBLICAS: Es la concentración de 50 o más personas con el fin de desarrollar actividades tales como: trabajo, deliberaciones, comida, bebida, diversión, espera de transporte, culto, educación, salud o entretenimiento. En la aplicación de esta definición se deben tener en cuenta las densidades de personas así como los sistemas de evacuación de las áreas críticas y no la totalidad de las personas que contenga la edificación o lugar considerado como referente por lo que el número mínimo establecido para la alta concentración de personas puede ser inferior; para lo cual se recomienda aplicar la norma NFPA 101 (Código de seguridad humana)

28.3.3 Lugares con alta concentración de personas.

Esta sección aplica a instalaciones eléctricas en lugares con alta concentración de personas, es decir aquellos lugares que en cualquier momento se puedan reunir simultáneamente más de 50 personas, tales como son sitios de reuniones públicas, grandes supermercados, lugares de espectáculos como teatros, áreas de audiencias de cine o televisión, carnavales, circos, ferias y espectáculos similares, auditorios, boleras, comedores públicos, cuarteles, gimnasios, iglesias, museos, pistas de patinaje, restaurantes o centros de comidas, salas de conferencias; salas de espera de aeropuertos, puertos y estaciones de transporte masivo; salas de exhibición, salas de juegos, salas de reuniones, salas de uso múltiples, salas de velación, salones de baile, y en general los considerados en las secciones 518, 520 y 525, 530 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050, Primera Actualización).

Estas instalaciones deben cumplir los requisitos generales de las instalaciones de uso final, establecidos en la sección que les aplique y los siguientes:

a. Estas instalaciones deben proveerse con un sistema de potencia de emergencia, destinados a suministrar automáticamente energía eléctrica dentro de los 10 segundos siguientes al corte, a los sistemas de alumbrado y fuerza para áreas y equipos previamente definidos, y en caso de falla del sistema destinado a alimentar circuitos esenciales para la seguridad y la vida humana el proyecto cuenta con planta de emergencia.

b. Los sistemas de emergencia deben suministrar energía a las señales de salida, la ventilación, alarma contra incendio, bombas contra incendio, ascensores, sistemas de comunicación, procesos industriales y demás sistemas en los que la interrupción del suministro eléctrico puede producir serios peligros para la seguridad de la vida humana. En los sitios donde se requiera la fuente de respaldo de energía, el sistema debe proveer autonomía por lo menos 60 minutos a plena carga, sin que la tensión baje del 87,5 % de su valor nominal. Cuando el sistema de emergencia utilice grupos de baterías de acumuladores, estos deben proveerse con cargador automático. Cuando se use grupo electrógeno, en el cuarto debe disponerse de tomacorrientes para el precalentado, el cargador de baterías y para cualquier otro uso necesario. Para el presente proyecto no aplica.

c. Las subestaciones para el servicio de lugares con alta concentración de personas o donde el fuego producido por el aceite de transformadores se pueda propagar en todo el edificio, no se deben tener transformadores con aislamiento en aceite a menos que estén confinados en una bóveda con resistencia al fuego mínimo de tres horas o las condiciones establecidas en los numerales 450-42 y 450-43 de la NTC 2050. Para el

presente proyecto no aplica porque es una subestación tipo pedestal y está a la intemperie.

d. Las instalaciones eléctricas deben ser operadas y mantenidas por profesionales competentes, quienes deben garantizar que la instalación en ningún caso genere un peligro inminente y se debe dejar registros del mantenimiento. Estas instalaciones se deben inspeccionar por un organismo acreditado en periodos no mayores a cinco años.

3.3.6* Acceso a un Pasillo. Sección inicial de un acceso a una salida que desemboca en un pasillo.

3.3.81* Área de Piso, Bruta. Área del piso dentro del perímetro interno de las paredes exteriores del edificio en análisis, sin deducir, pasillos, escaleras, armarios empotrados, espesor de paredes interiores, columnas u otros aspectos.

3.3.82 Área de Piso, Neta. Área del piso que es el área realmente ocupada, sin incluir las áreas accesorias no ocupadas, o el espesor de las paredes.

3**.3.13.1 Superficie, Arrendable Bruta**. La totalidad de la superficie destinada a la ocupación y uso exclusivo de los inquilinos, expresada en pies cuadrados (metros cuadrados), medida desde los ejes de las particiones adyacentes y exteriores de los muros externos.
3.3.25.1* Edificios de Apartamentos. Edificios que contienen tres o más unidades de vivienda con instalaciones de cocina y baño independientes.

3.3.25.6* Edificio, de Gran Altura. Edificio de más de 75 pies (23 m) de altura. La altura del edificio se deberá medir desde la parte inferior del acceso del vehículo de bomberos hasta el piso de la planta ocupable más alta.

3.3.51 Sistema de Evacuación de Ascensor. Sistema que incluye una serie vertical de pasillos de ascensores y las puertas de los pasillos de ascensores, un pozo o pozos de ascensor y una sala o salas de máquinas, que proporciona protección de los efectos del fuego a los pasajeros del ascensor, a las personas que aguardan al ascensor y al equipo del ascensor, para permitir el uso de los ascensores para el egreso.

3.3.52 Pasillo del Ascensor. Espacio desde el cual las personas entran directamente en el carro del ascensor y en el cual abandonan el carro del ascensor.

3.3.53 Puerta del Pasillo del Ascensor. Puerta entre el pasillo del ascensor y otro espacio del edificio que no es el pozo del ascensor.

3.3.56* Capacidad de Evacuación. La habilidad de los ocupantes, residentes y personal como grupo ya sea para evacuar un edificio o para reubicarse trasladándose desde el punto de ocupación hacia un punto de seguridad.

3.3.56.2 Capacidad de Evacuación, Rápida. La habilidad de un grupo para trasladarse de manera confiable hacia un punto de seguridad de un modo oportuno, equivalente a la capacidad de una vivienda de la población en general.

3.3.56.3 Capacidad de Evacuación, Lenta. La habilidad de un grupo para trasladarse de manera confiable hacia un punto de seguridad de un modo oportuno, pero no tan rápidamente como lo harían los miembros de una vivienda de la población en general.

ANALISIS DE OCUPACION DE LAS DIFERENTES ZONAS.

SECCIÓN 7.3 CAPACIDAD DE LOS MEDIOS DE EGRESO

7.3.1 Carga de Ocupantes.

7.3.1.1 La capacidad total de los medios de egreso para cualquier planta, balcón, palco u otro espacio ocupado deberá ser suficiente para la carga de ocupantes del mismo.

7.3.1.2* La carga de ocupantes en cualquier edificio o parte del mismo, deberá ser como mínimo el número resultante de dividir el área asignada para ese fin por el factor de la carga de ocupantes para el uso correspondiente como se especifica en la Tabla 7.3.1.2.

Tabla 24. Áreas de zonas

ZONAS DE LA EDIFICACION	AREA m^2
AREAS DE AUDITORIO	400
AREA DE ZONAS COMUNES	300

Capítulo 12 OCUPACIONES NUEVAS PARA REUNIONES PÚBLICAS

SECCIÓN 12.1 REQUISITOS GENERALES

12.1.1 Aplicación. Los requisitos de este capítulo se aplican a los siguientes:

(1) Edificios nuevos o secciones de los mismos usados como ocupaciones para reuniones públicas (ver 1.4.1)
(2) Adiciones hechas en, o utilizadas como, una ocupación para reuniones públicas (ver

4.6.6)
(3) Modificaciones, modernizaciones o renovaciones de las ocupaciones para reuniones públicas existentes (ver 4.6.7)
(4) Edificios existentes o secciones de los mismos que al cambiar su ocupación se convierten en una ocupación para reuniones públicas (ver 4.6.11)

12.1.2.1* Todas las ocupaciones para reuniones públicas y sus accesos a las salidas en edificios con
otras ocupaciones, tales como salones de baile en hoteles, restaurantes en almacenes, ocupaciones para reuniones públicas en azoteas o salones de reuniones en escuelas, deberán estar ubicadas, separadas o protegidas para evitar cualquier daño indebido a los ocupantes de la ocupación para reuniones públicas provocado por un incendio originado en la otra ocupación o por el humo proveniente de tal incendio.

12.1.2.2 La ocupación de cualquier habitación o espacio con el propósito de reunir menos de 50 personas dentro de un edificio que tenga otra ocupación y que sea accesoria a dicha ocupación principal deberá clasificarse como parte de la otra ocupación y deberá estar sujeta a los requisitos aplicables a la misma.

12.1.7 Carga de Ocupantes.

12.1.7.1* La carga de ocupantes, en el número de personas para las que se requiere medios de egreso y otras disposiciones, deberá determinarse en base al mayor de: los factores de carga de ocupantes de la Tabla 7.3.1.2 que sean característicos para el uso del espacio o la población máxima del espacio considerado. En áreas de menos de 10.000 pies2 (930 m2), la carga de ocupantes no deberá exceder una persona por cada 5 pies2 (0,46 m2); en áreas menores que 10.000 pies2 (930 m2), la carga de ocupantes no deberá exceder una persona por cada 7 pies2 (0,65 m2).

Tabla 25. Factor de ocupación

Tabla 7.3.1.2 Factor de Carga de Ocupantes

Uso	pies²† (por persona)	m²† (por persona)
Uso Penitenciario y Correccional	120	11,1
Uso Residencial		
Hoteles y dormitorios	200	18,6
Edificios de apartamentos	200	18,6
Asilos y centros de acogida	200	18,6
Uso Industrial		
Industrial general y para riesgo alto	100	9,3
Industrial para propósitos especiales	NA‡	NA‡
Uso de Oficinas	100	9,3
Uso Almacenamiento (otras que el almacenamiento mercantil)	NA‡	NA‡
Uso Mercantil		
Planta baja§	30	2,8
Dos o más pisos directamente accesibles desde la calle	40	3,7
Salones de ventas ubicados debajo de la planta baja	30	2,8
Salones de ventas ubicados encima de la planta baja	60	5,6
Pisos o secciones de pisos utilizados exclusivamente para oficinas	*Ver uso de Oficinas.*	*Ver uso de Oficinas.*
Pisos o secciones de pisos utilizados exclusivamente para almacenamiento, recepción o embarque y cerradas al público en general	300	27,9
Edificios para centros comerciales cubiertos	Por factores aplicables al uso del espacio#	Por factores aplicables al uso del espacio#

Tabla 7.3.1.2 Factor de Carga de Ocupantes

Uso	pies²† (por persona)	m²† (por persona)
Para Reuniones Públicas		
Uso concentrado, sin asientos fijos	7 netos	0,65 netos
Menor uso concentrado, sin asientos fijos	15 netos	1,4 netos
Gradas	1 persona cada 18 pulg. lineales	1 persona cada 45,7 cm lineales
Asientos fijos	número de asientos fijos	número de asientos fijos
Espacios de espera	*Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.*	*Ver 12.1.7.2 y 13.1.7.2.*
Cocinas	100	9,3
Bibliotecas, áreas de estanterías	100	9,3
Bibliotecas, áreas de lectura	50 netos	4,6 netos
Piscinas de natación	50 - de superficie de agua	4,6 - de superficie de agua
Cubiertas de piscinas	30	2,8
Salas de ejercicios con equipos	50	4,6
Salas de ejercicios sin equipos	15	1,4
Escenarios	15 netos	1,4 netos
Pasarelas, galerías y andamios para iluminación y acceso	100 netos	9,3 netos
Casinos y áreas de juego simulares	11	1
Pistas de patinaje	50	4,6
Uso Educativo		
Aulas	20 netos	1,9 netos
Talleres, laboratorios y salas vocacionales	50 netos	4,6 netos
Uso Guarderías	35 netos	3,3 netos
Uso Cuidado de la Salud		
Tratamiento de pacientes internos	240	22,3
Dormitorios	120	11,1

Cuando se den cifras tanto del área bruta como del área neta para la misma ocupación, se deberán hacer los cálculos aplicando la cifra del área bruta, y aplicando la cifra del área neta del uso específico para el cual se especifica la cifra del área neta.

De acuerdo al numeral 12.1.7 calculamos la ocupación del presente proyecto con la ecuación:

$$\frac{\quad}{\quad}$$

Tabla 26. Tabla. Resultados densidad de personas

ZONAS DE LA EDIFICACION	AREA m²	Densidad de personas según 7.3.1 m²	# máximo de personas	CLASIFICACION
AREAS DE AUDITORIO	400	0,65	614	Si aplica
AREA DE ZONAS COMUNES	300	0,65	614	Si aplica

SECCIÓN 7.9 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

Para el presente se instalará iluminación de emergencia según lo exigido por EL RETIE, y con los criterios del mismo. Además arroja el proyecto que se debe usar conductores libre de halógenos

28 INSPECCION CON FINES DE CERTIFICACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION. (Aplica SI: _ NO X)

Los sistemas de iluminación que en el presente Anexo se les establezca la obligación de contar con un dictamen de inspección expedido por un organismo de inspección acreditado por el ONAC, como mecanismo de certificación de tercera parte que valide la declaración del proveedor. Se considerarán de certificación plena. En tal sentido la certificación estará constituida por dos documentos, la declaración del constructor del sistema de iluminación y el dictamen de inspección

Sistema de iluminación que requiere dictamen de inspección.

5. Edificaciones residenciales o similares objeto de una misma licencia o permiso de construcción donde se puedan concentrar más de 100 personas. En este caso la escogencia de las áreas a inspeccionar se podrá hacer usando las técnicas de muestreo recomendadas en procesos de certificación. La certificación será del conjunto o edificación.
6. Viviendas individuales y comercios de áreas construidas mayores a 500 m2

SE EXCLUYE EL DISEÑO Y LA CERTIFICACIÓN RETILAP DEBIDO A QUE EL ÁREA DE LA EDIFICACIÓN ES DE AREA MENOR de 500 m^2 Y NO SE VAN A CONCENTRAR MAS DE 20 PERSONAS.

ANEXOS

1. COPIA DE CEDULA DE CIUDADANIA DEL PROPIETARIO
2. MATRICULA DEL INGENIERO DISEÑADOR
3. DECLARACION RETIE DE DISEÑADOR
4. PLANOS

DIRECCIÓN: Carrera 9 No. 22 -55 Sogamoso, Boyacá
CORREO ELECTRONICO: consorciocorregidor08@gmail.com
TELEFONO: 315 738 8988